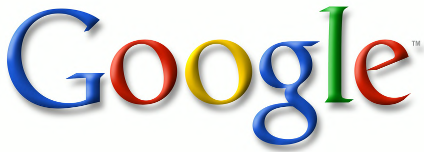


AGENDA
DU
CHIMISTE
1895



HACHETTE & Cie

à notre vieil ami Willm
souvenir de son dévoué
Ch. Girard Nancy

AGENDA

DU

CHIMISTE

30308. — PARIS, IMPRIMERIE LAHURE
9, rue de Fleurus, 9



IMP. BERTHAUD — PHO. PIROU

GEORGES SALET

1844-1894

AGENDA

DU

CHIMISTE

G. SALET, Fondateur.

PUBLIÉ PAR MM.

A. COMBES, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences.

CH. GIRARD, Directeur du Laboratoire Municipal.

G. GRINER, Docteur ès sciences.

A. PABST, Sous-chef au Laboratoire Municipal.



PARIS

LIBRAIRIE HACHETTE ET C[IE]

79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1895

ÉDITION DE 1895

La première partie de cette nouvelle édition a été complètement remaniée, et s'est enrichie de plusieurs **Tables** nouvelles :

1° Pour la correction des points d'ébullition;

2° Des constantes cryoscopiques et ébullioscopiques;

3° Des indices de réfraction de diverses substances liquides et solides;

4° Pour la détermination des réfractions et dispersions moléculaires;

5° Pour la détermination des indices de réfraction par le réfractomètre de Pulfrich et celui de M. Féry.

Le **Supplément** contient les **Notices** suivantes :

1° **G. Salet**, par M. Friedel;

2° **La détermination du poids moléculaire des corps à l'état liquide et à l'état critique**, par M. Ph.-A. Guye;

3° **Sur les bases iodosées et les bases organiques iodées ne renfermant pas d'azote**, par M. Charon;

4° **Le traitement de la diphtérie par le sérum antidiphtérique**, par M. le Dr Daremberg.

L'édition de 1894 contenait les **Notices** suivantes : 1° Le *Diamant*, par M. Moissan, de l'Institut; 2° Les *Parfums artificiels*, par MM. E. de Laire et E. Tiemann.

PRÉFACE

— 1877 —

Voici un petit livre qui rendra service aux chimistes. Ils y trouveront un nombre immense de renseignements patiemment extraits d'ouvrages volumineux, de mémoires épars, et condensés ici sous une forme concise dans 408 tableaux. Dans ces tableaux, chaque chiffre est un fait déduit d'expériences exactes, et les faits, on ne saurait assez le répéter, sont la base de la science. En dehors de ce terrain solide, nul guide pour l'expérimentation, nulle sécurité pour la théorie. C'est donc avec un soin tout particulier que les constantes expérimentales, accumulées avec ordre et méthode dans ces pages compactes, ont été triées, réunies, collationnées. Le lecteur y remarquera sans peine la correction et l'abondance des informations, la clarté des descriptions, la simplicité du plan.

L'opuscule est divisé en trois chapitres.

Le premier comprend les documents physiques et mathématiques, tels que la conversion des poids et mesures, la réduction des indications thermométriques, les coefficients de dilatation, les tensions de vapeur, les densités. On y consultera souvent des tables destinées à faciliter la correction des volumes gazeux et à abréger le calcul des densités de vapeur et du poids de l'air. On y trouve encore divers tableaux relatifs aux densités des solides, des liquides et des gaz. Les rapports qui existent entre les densités des solutions et leur richesse en corps dissous sont consignés dans de nombreux tableaux. Enfin, le chapitre se termine par quelques indications relatives aux mélanges réfrigérants, à la chaleur de combustion de quelques corps, aux points de fusion et d'ébullition d'un grand nombre de substances, aux indices de réfraction, aux pouvoirs rotatoires, etc.

Le chapitre II contient des documents relatifs à la chimie pure; en premier lieu, la liste des corps simples, avec l'indication de leurs symboles, de leurs équivalents, de leurs poids atomiques, de leurs chaleurs spécifiques. On y trouve ensuite des renseignements nombreux et exacts sur l'analyse qualitative, sur l'analyse spectrale, sur l'analyse quantitative, avec des tableaux destinés à abréger le calcul des analyses. Mais le morceau important est un résumé des propriétés physiques d'un très grand nombre de composés minéraux et organiques. Les noms, la composition, la solubilité dans les divers véhicules, les densités, les points de fusion et les points d'ébullition sont indiqués dans un tableau très complet, résumé succinct de la chimie en ce qui concerne les propriétés mesurables des corps. Les dernières tables du chapitre contiennent les chiffres concernant la solubilité des principaux sels et autres corps importants, et les variations de cette solubilité en fonction de la température.

Le chapitre III contient des renseignements relatifs à la chimie appliquée à l'industrie. Ce sont d'abord la description du procédé hydrotimétrique pour l'analyse sommaire des eaux, des indications diverses concernant la préparation des liqueurs titrées, les essais alcalimétriques, les essais des métaux usuels, principalement de l'argent et de l'or, la composition de divers alliages, la chlorométrie, et plus loin l'analyse du lait et de l'urine. Viennent ensuite des documents qui concernent diverses industries, telles que verrerie, céramique, industrie des poudres et matières explosives, des matières grasses, des sucres et fécules, des alcools, vins et vinaigres, des papiers et fibres textiles, des matières colorantes, etc.

Cette analyse rapide fait ressortir tout ensemble la variété et le caractère pratique des documents rassemblés dans ce petit livre, que les auteurs ont intitulé *Agenda du Chimiste*. Il est bien nommé. Chimistes, physiciens, pharmaciens, essayeurs, métallurgistes, ingénieurs, tous ceux en un mot qui s'occu-

pent de travaux pratiques afférents à la chimie et qui ont à cœur de travailler sérieusement, selon le précepte *Age quod agis*, le consulteront avec fruit. C'est une œuvre collective dont les auteurs ont voulu garder l'anonyme; ils sont déjà connus du public scientifique, et celui qui écrit ces lignes les a vus, depuis des années, d'abord s'exercer et se former, puis prendre leur essor et s'élever autour de lui.

Paris, le 15 mai 1877.

AD. WURTZ.

PRÉFACE

DE L'ÉDITION DE 1878

En présentant au public l'*Agenda du Chimiste* pour 1878, nous devons le remercier de l'accueil bienveillant que l'édition de 1877 a reçu de lui. Notre petit livre a été au bout de peu de temps dans les mains de ceux pour qui il était fait; il a pénétré dans la plupart des laboratoires et des usines en France et à l'étranger, et nous espérons qu'il y a rendu quelques services. Il en rendra davantage d'année en année, grâce aux additions et aux modifications que nous lui ferons subir pour le maintenir au niveau de la science.

C'était au début un cahier manuscrit que les élèves de M. Wurtz consultaient à chaque instant; l'idée nous vint d'en faire un opuscule de format commode et de prix modique; M. HENNINGER voulut bien nous aider à en revoir et à en compléter les principales sections; MM. CH. GIRARD et PABST, qui s'occupaient au même instant d'un *Agenda* plus spécialement technique dont le besoin était signalé par plusieurs sociétés industrielles, entre autres par celle de Mulhouse, mirent obligeamment en commun leurs matériaux avec les nôtres. Un an après, l'*Agenda* de 1877 parut et au bout de trois mois un nouveau tirage devint nécessaire. Pour répondre à l'empres-

sement du public, nous sentons que notre devoir est de perfectionner constamment notre ouvrage ; nous espérons ne pas y faillir.

Décembre 1877.

G. SALET.

PRÉFACE

DE L'ÉDITION DE 1895

Les quelques années qui se sont succédé depuis l'apparition de ce petit ouvrage ont vu disparaître successivement : Wurtz, le maître illustre qui le présenta au public ; puis un des collaborateurs de la première heure, Henninger. Voici que celle qui vient de s'écouler nous a apporté un nouveau deuil : le fondateur de l'*Agenda*, Georges Salet, nous a été enlevé, en pleine possession de son talent, en pleine activité scientifique.

Nous reproduisons plus loin la belle Notice nécrologique que notre maître, M. Friedel, lui a consacrée. Il nous appartient de lui adresser ici un dernier hommage.

Le succès croissant de l'*Agenda*, la place qu'il a prise dans les laboratoires, partout où l'on s'occupe de science ou d'industrie, sont un témoignage certain des services rendus à tous par son fondateur.

L'*Agenda* lui survivra ; il méditait de le remanier complètement ; nous inspirant de ses projets, nous ferons tous nos efforts pour le perfectionner encore, l'enrichir de documents nouveaux, en multipliant les Tables, et le tenir soigneusement au courant du progrès scientifique.

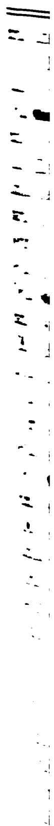
En continuant l'œuvre qu'il affectionnait, nous sommes certains d'accomplir les vœux de notre ami.

A. COMBES.

CALENDRIER

POUR

1895



[illegible]

	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	s. [illegible]
	[illegible]	ste [illegible]
	[illegible]	soc. phys.
	Sam.	ste [illegible]
	DIM.	[illegible]
	[illegible]	ste [illegible]
	[illegible]	s. [illegible]
	[illegible]	s. [illegible]
	[illegible]	s. [illegible]
	Vend.	soc. chim.
	Sam.	ste [illegible]
	DIM.	*Bap. N.-S.*
	[illegible]	s. Hilaire ev.
	Mardi.	s. Paul erm.
	Mercr.	s. Guillaume.
	Jeudi.	s. Antoine.
	Vend.	soc. phys.
	Sam.	ste Germaine.
	DIM.	ste Marthe.
	Lundi	ste Agnès.
	Mardi.	s. Vincent.
23	Mercr.	s. Ildefonse.
24	Jeudi.	s. Babylas.
25	*Vend.*	soc. chim.
26	Sam.	ste Angèle.
27	DIM.	s. Jean Chr.
28	Lundi.	s. Paulin.
29	Mardi.	s. Charlemag.
30	Mercr.	ste Martine.
31	Jeudi	s. Pierre Nola.

1895. — JANVIER

P. Q. le 4. — *P. L.* le 11. | *D. Q.* le 17. — *N. L.* le 25.

1	Mardi.	CIRCONCISION.	....
2	Merc.	s. Basile.	....
3	Jeudi.	ste Geneviève.	....
4	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
5	Sam.	ste Émilienne.	....
6	DIM.	ÉPIPHANIE.	....
7	Lundi.	ste Mélanie.	....
8	Mardi.	s. Lucien.	....
9	Mercr.	s. Julien.	....
10	Jeudi.	s. Agathon.	....
11	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
12	Sam.	ste Césarine.	....
13	DIM.	*Bap. N.-S.*	....
14	Lundi	s. Hilaire, *év.*	....
15	Mardi.	s. Paul erm.	....
16	Mercr.	s. Guillaume.	....
17	Jeudi.	s. Antoine.	....
18	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
19	Sam.	ste Germaine.	....
20	DIM.	ste Marthe.	....
21	Lundi.	ste Agnès.	....
22	Mardi.	s. Vincent.	....
23	Mercr.	s. Ildefonse.	....
24	Jeudi.	s. Babylas.	....
25	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
26	Sam.	ste Angèle.	....
27	DIM.	s. Jean Chr.	....
28	Lundi.	s. Paulin.	....
29	Mardi.	s. Charlemag.	....
30	Mercr.	ste Martine.	....
31	Jeudi.	s. Pierre Nola.	....

FÉVRIER

P. Q. le 3. — *P. L.* le 9. | *D. Q.* le 16. — *N. L.* le 24

1	*Vend.*	**Soc. phys.**
2	Sam.	PURIFICATION.
3	DIM.	s. Blaise.
4	Lundi.	s. Gilbert.
5	Mardi.	ste Agathe.
6	*Merc.*	**Soc. indust.**
7	Jeudi.	s. Maximien.
8	*Vend.*	**Soc. chim.**
9	Sam.	ste Apolline.
10	DIM.	*Septuagés.*
11	Lundi.	ste Victoire
12	Mardi.	ste Eulalie.
13	Mercr.	s. Énogat.
14	Jeudi.	s. Valent.
15	*Vend.*	**Soc. phys.**
16	Sam.	ste Julienne.
17	DIM.	*Sexagésime.*
18	Lundi.	s. Siméon
19	Mardi.	s. Gabin.
20	Mercr.	s. Silvain.
21	Jeudi.	s. Pépin.
22	*Vend.*	**Soc. chim.**
23	Sam.	ste Milburge.
24	DIM.	*Quinquagés.*
25	Lundi.	ste Gauburge.
26	Mardi.	*Mardi gras.*
27	Mercr.	*Les Cendres.*
28	Jeudi.	s. Romain.

MARS

P. Q. le 4. — *P. L.* le 11. | *D. Q.* le 18. — *N. L.* le 26.

1	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
2	**Sam.**	s. Simplice.	....
3	DIM.	*Quadragés.*	....
4	Lundi.	s. Casimir.	....
5	Mardi.	s. Adrien.	....
6	*Merc.*	**Soc. indust.**	....
7	Jeudi.	s. Thom. d'Aq.	....
8	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
9	Sam.	ste Françoise.	....
10	DIM.	*Reminiscere.*	....
11	Lundi.	s. Euloge.	....
12	Mardi.	s. Grégoire.	....
13	Mercr.	ste Euphrasie.	....
14	Jeudi.	ste Mathilde.	....
15	*Vend.*	**Soc. phys.**	....
16	Sam.	s. Fabien.	....
17	DIM.	*Oculi.*	....
18	Lundi.	s. Alexandre.	....
19	Mardi.	s. Joseph.	....
20	Mercr.	s. Joachim.	....
21	Jeudi.	s. Benoît.	....
22	*Vend.*	**Soc. chim.**	....
23	Sam.	s. Victorien.	....
24	DIM.	*Lætare.*	....
25	Lundi.	ANNONCIATION.	....
26	Mardi.	s. Emmanuel.	....
27	Mercr.	ste Lydie.	....
28	Jeudi.	s. Gontran.	....
29	Vend.	s. Eustase.	....
30	Sam.	s. Amédée.	....
31	DIM.	PASSION.	....

AVRIL

P. Q le 2. — *P. L.* le 9. | *D. Q.* le 16. — *N. L.* le 25.

1 Lundi.	s. Hugues.	....
2 Mardi.	s. Franç. P.	....
3 *Merc.*	**Soc. indust.**	....
4 Jeudi.	s. Isidore.	....
5 *Vend.*	**Soc. phys.**	....
6 Sam.	s. Célestin.	....
7 DIM.	RAMEAUX.	....
8 Lundi.	s. Albert.	....
9 Mardi.	ste Marie.	....
10 Mercr.	s. Fulbert.	....
11 Jeudi.	s. Léon.	....
12 Vend.	*Vendr. Saint.*	....
13 Sam.	ste Ide.	....
14 DIM.	PAQUES.	....
15 Lundi.	FÉRIÉ.	....
16 Mardi.	séance de Pâq	....
17 Mercr.		....
18 Jeudi.	s. Parfait.	....
19 *Vend.*	**Soc. phys.**	....
20 Sam.	s. Marcellin.	....
21 DIM.	QUASIMODO.	....
22 Lundi.	s. Léon	....
23 Mardi.	s. Georges.	....
24 Mercr.	s. Gaston.	________________________
25 Jeudi.	s. Marc.	....
26 *Vend.*	**Soc. chim.**	....
27 Sam.	s. Frédéric.	....
28 DIM.	s. Aimé.	....
29 Lundi.	s. Pierre.	....
30 Mardi.	s. Eutrope.	....

MAI

P. Q. le 2. — *P. L.* le 9. | *D. Q.* le 16. — *N. L.* le 24.
D. Q. le 31.

1 *Merc.*	**Soc. indust.**	....
2 Jeudi.	s. Athanase.	....
3 *Vend.*	**Soc. phys.**	....
4 Sam.	ste Pélagie.	....
5 DIM.	s. Pie V.	....
6 Lundi.	s. Jean P. L.	....
7 Mardi.	s. Stanislas.	....
8 Mercr.	s. Désiré.	....
9 Jeudi.	s. Grégoire.	....
10 *Vend.*	**Soc. chim.**	....
11 Sam.	s. Mamert.	....
12 DIM.	s. Achille.	....
13 Lundi.	ste Agnès,	....
14 Mardi.	s. Pascal.	....
15 Mercr.	ste Denise.	....
16 Jeudi.	s. Honoré.	....
17 *Vend.*	**Soc. phys.**	....
18 Sam.	ste Euphrasie.	....
19 DIM.	s. Yves.	....
20 Lundi.	ROGATIONS.	....
21 Mardi.	s. Hospice.	________
22 Mercr.	s. Émile.	....
23 Jeudi.	ASCENSION.	....
24 *Vend.*	**Soc. chim.**	....
25 Sam.	s. Urbain.	....
26 DIM.	s. Philip. N.	....
27 Lundi.	s. Ildevert.	....
28 Mardi.	s. Olivier.	....
29 Mercr.	s. Maximin.	....
30 Jeudi.	s. Ferdinand.	....
31 Vend.	ste Pétronille.	....

JUIN

P. L. le 7. — *D. Q.* le 15. | *N. L.* le 22. — *P. Q.* le 29.

1 Sam.	s. Fortuné.	....
2 DIM.	PENTECOTE.	....
3 Lundi.	ste Clotilde.	....
4 Mardi.	s. Optat.	....
5 *Merc.*	**Soc. indust.**	....
6 Jeudi.	s. Claude.	....
7 *Vend.*	**Soc. phys.**	....
8 Sam.	s. Médard.	....
9 DIM.	TRINITÉ.	....
10 Lundi.	s. Maurin.	....
11 Mardi.	s. Barnabé.	....
12 Mercr.	s. Olympe.	....
13 Jeudi.	FÊTE-DIEU.	....
14 *Vend.*	**Soc. chim.**	....
15 Sam.	ste Germaine.	....
16 DIM.	s. Cyr.	....
17 Lundi.	s. Manuel.	....
18 Mardi.	ste Marine.	....
19 Mercr.	s. Gervais.	....
20 Jeudi.	s. Sylvère.	....
21 *Vend.*	**Soc. phys.**	....
22 Sam.	s. Alban.	....
23 DIM.	s. Félix.	....
24 Lundi.	N. s. J.-B.	....
25 Mardi.	s. Prosper.	....
26 Mercr.	s. David.	....
27 Jeudi.	s. Crescent.	....
28 *Vend.*	**Soc. chim.**	....
29 Sam.	s. P. et s. P.	....
30 DIM.	s. Martial.	....

JUILLET

P. L. le 6. — *D. Q.* le 15. | *N. L.* le 22. — *P. Q.* le 28.

1 Lundi.	ste Éléonore.	
2 Mardi.	Visit. de N.-D.	
3 *Merc.*	**Soc. indust.**	
4 Jeudi.	ste Berthe.	
5 *Vend.*	**Soc. phys.**	
6 Sam.	s. Julien.	
7 DIM.	s. Elie.	
8 Lundi.	ste Virginie.	
9 Mardi.	s. Ephrem.	
10 Mercr.	ste Félicité.	
11 Jeudi.	Tr. de s. Ben.	
12 *Vend.*	**Soc. chim.**	
13 Sam.	s. Eugène.	
14 DIM.	FÊTE NAT.	
15 Lundi.	s. Henri.	
16 Mardi.	N.-D. du M.-C.	
17 Mercr.	s. Alexis.	
18 Jeudi.	s Frédéric.	
19 *Vend.*	**Soc. phys.**	
20 Sam.	ste Marguerite	
21 DIM.	s. Victor.	
22 Lundi	ste Marie M.	
23 Mardi.	s. Apollinaire.	
24 Mercr.	ste Christine.	
25 Jeudi.	s. Christophe.	
26 *Vend.*	**Soc. chim.**	
27 Sam.	ste Nathalie.	
28 DIM.	s. Samson.	
29 Lundi	ste Marthe.	
30 Mardi	s. Ignace.	
31 Mercr.	s. Germain l'A.	

AOUT

P. L. le 5. — *D. Q.* le 13. | *N. L.* le 20. — *P. Q.* le 27.

1 Jeudi.	s. Pierre-ès-L.	....
2 Vend.	s. Alphonse.	....
3 Sam.	s. Dominique.	....
4 DIM.	s. Cyriaque.	....
5 Lundi.	Inv. de s. Ét.	....
6 Mardi.	N.-D.d.Neiges.	....
7 Mercr.	Trans. de N.-S.	....
8 Jeudi.	s. Gaétan.	....
9 Vend.	s. Justin.	....
10 Sam.	s. Laurent.	....
11 DIM.	ste Suzanne.	....
12 Lundi.	ste Claire.	....
13 Mardi.	s. Hippolyte.	....
14 Mercr.	s. Eusèbe.	....
15 Jeudi.	ASSOMPTION.	....
16 Vend.	s. Roch.	....
17 Sam.	s. Mammès.	....
18 DIM.	ste Hélène.	....
19 Lundi.	s. Louis, *év.*	....
20 Mardi.	s. Bernard.	....
21 Mercr.	ste Jeanne.	....
22 Jeudi.	s. Symphor.	....
23 Vend.	s. Philippe.	....
24 Sam.	s. Barthélemy.	....
25 DIM.	s. Louis.	....
26 Lundi.	s. Zéphyrin.	....
27 Mardi.	s. Joseph.	....
28 Mercr.	s. Augustin.	....
29 Jeudi.	Déc. de s. J.-B.	....
30 Vend.	ste Rose.	....
31 Sam.	s. Raymond.	....

SEPTEMBRE

P. L. le 4. — *D. Q.* le 12. | *N. L.* le 18. — *P. Q.* le 25.

1	DIM.	s. Leu, s. Gil.	
2	Lundi.	s. Étienne.	
3	Mardi.	s. Lazare.	
4	Mercr.	ste Rosalie.	
5	Jeudi.	s. Laurent.	
6	Vend.	ste Reine.	
7	Sam.	s. Cloud.	
8	DIM.	NATIV. DE N.-D.	
9	Lundi.	s. Omer.	
10	Mardi.	s. Nicolas.	
11	Mercr.	s. Hyacinthe.	
12	Jeudi.	ste Pulchérie.	
13	Vend.	s. Aimé.	
14	Sam.	Exalt. ste Cr.	
15	DIM.	s. Nicodème.	
16	Lundi.	s. Corn. et Cyp.	
17	Mardi.	Stig. de s. Fr.	
18	Mercr.	ste Sophie.	
19	Jeudi.	s. Janvier.	
20	Vend.	s. Eustache.	
21	Sam.	s. Mathieu.	
22	DIM.	s. Maurice.	
23	Lundi.	s. Lin.	
24	Mardi.	N.-D. de Merci.	
25	Mercr.	s. Firmin.	
26	Jeudi.	ste Justine.	
27	Vend.	ss. Côme et Da.	
28	Sam.	s. Wenceslas.	
29	DIM.	s. Michel.	
30	Lundi.	s. Jérôme.	

OCTOBRE

P. L. le 3. — *D. Q.* le 11. | *N. L.* le 18. — *P. Q.* le 25.

1 Mardi.	s. Rémi.	
2 Mercr.	sts Anges gar.	
3 Jeudi.	s. Denis l'Ar.	
4 Vend.	s. Franç. d'As.	
5 Sam.	s. Placide.	
6 DIM.	s. Bruno.	
7 Lundi.	s. Serge.	
8 Mardi.	ste Brigitte.	
9 Mercr.	s. Denis.	
10 Jeudi.	s. Franç. Borg.	
11 Vend.	s. Nicaise.	
12 Sam.	ste Wilfride.	
13 DIM.	s. Édouard.	
14 Lundi.	s. Calixte.	
15 Mardi.	ste Thérèse.	
16 Mercr.	s. Léopold.	
17 Jeudi.	ste Hedwige.	
18 Vend.	s. Luc.	
19 Sam.	s. Pierre d'Alc.	
20 DIM.	s. Jean Cant.	
21 Lundi.	ste Ursule.	
22 Mardi.	s. Mellon, *év*.	
23 Mercr.	s. Rédempteur	
24 Jeudi.	s. Raphaël.	
25 Vend.	s. Crépin.	
26 Sam.	s. Evariste.	
27 DIM.	s. Frumence.	
28 Lundi.	s. Simon.	
29 Mardi.	s. Narcisse.	
30 Mercr.	s. Lucain.	
31 Jeudi.	s. Quentin	

NOVEMBRE

P. L. le 2. — *D. Q.* le 9. | *N. L.* le 16. — *P. Q.* le 24.

1 Vend.	TOUSSAINT.	....
2 Sam.	*Trépassés.*	....
3 DIM.	s. Hubert.	....
4 Lundi.	s. Charles B.	....
5 Mardi.	ste Bertilde.	....
6 Merc.	s. Léonard.	....
7 Jeudi.	s. Ernest.	....
8 *Vend.*	**Soc. chim.**	....
9 Sam.	s. Théodore.	....
10 DIM.	s. Juste.	....
11 Lundi.	s. Martin.	....
12 Mardi.	s. René.	....
13 Mercr.	s. Brice.	....
14 Jeudi.	ste Philomène	....
15 *Vend.*	**Soc. phys.**	....
16 Sam.	ste Agnès.	....
17 DIM.	s. Agnan.	....
18 Lundi.	ste Clotilde.	....
19 Mardi.	ste Élisabeth.	....
20 Mercr.	s. Edmond.	....
21 Jeudi.	Prés. de N.-D	....
22 *Vend.*	**Soc. chim.**	....
23 Sam.	s. Clément.	....
24 DIM.	ste Flora.	....
25 Lundi.	ste Catherine.	....
26 Mardi.	ste Gen des Ar.	....
27 Mercr.	s. Séverin.	....
28 Jeudi.	s. Sosthène.	....
29 Vend.	s. Saturnin.	....
30 Sam.	s. André.	....

DÉCEMBRE

P. L. le 2. — *D. Q.* le 9. | *N. L.* le 16. — *P. Q.* le 24.
P. L. le 31.

1 DIM.	AVENT.	
2 Lundi.	s. Aurélie.	
3 Mardi.	s. François X.	
4 *Merc.*	**soc. indust.**	
5 Jeudi.	s. Dalmace.	
6 *Vend.*	**soc. phys.**	
7 Sam.	s. Ambroise.	
8 DIM.	IMMAC. CONC.	
9 Lundi.	ste Léocadie.	
10 Mardi.	N.-D. de Lor.	
11 Mercr.	s. Damase.	
12 Jeudi.	ste Constance.	
13 *Vend.*	**soc. chim.**	
14 Sam.	s. Nicaise.	
15 DIM.	s. Irénée.	
16 Lundi.	ste Adelaïde.	
17 Mardi.	ste Olympe.	
18 Mercr.	s. Gatien.	
19 Jeudi.	s. Meuris.	
20 *Vend.*	**soc. phys.**	
21 Sam.	s. Thomas.	
22 Dim.	s. Honorat.	
23 Lundi.	ste Victoire.	
24 Mardi	ste Irmine *v j.*	
25 Mercr.	NOEL.	
26 Jeudi.	s. Étienne.	
27 Vend.	**soc. chim.**	
28 Sam.	ss. Innocents.	
29 DIM.	s. Tho. de Can.	
30 Lundi.	ste Colombe.	
31 Mardi.	s. Sylvestre.	

AGENDA

DU

CHIMISTE

(1) *Équivalents et poids atomiques employés dans l'Agenda.*

Corps simples.	Symbole.	Équivalent.	Poids atomique probable.	Corps simples.	Symbole.	Équivalent.	Poids atomique probable.
Aluminium.	Al	13,75	27	Magnésium.	Mg	12	24
Antimoine..	Sb	122	119,6	Manganèse.	Mn	27,5	54,8
Argent.....	Ag	108	107,7	Mercure....	Hg	100	200
Arsenic....	As	75	75	Molybdène..	Mo	48	96
Azote......	Az	14	14	Nickel.....	Ni	29,5	58,6
Baryum....	Ba	68,	137	Or.........	Au	98,5	196,6
Bismuth....	Bi	210	207,5	Oxygène...	O	8	16
Bore.......	Bo	11	10,9	Phosphore..	P	31	31
Brome.....	Br	80	79,8	Platine.....	Pt	98,5	194.4
Cadmium..	Cd	56	111,7	Plomb.....	Pb	103,5	206,4
Calcium...	Ca	20	40	Potassium..	K	39,1	39,1
Carbone...	C	6	12	Silicium....	Si	14	28
Chlore.....	Cl	35,5	35,4	Sodium....	Na	23	23
Chrome....	Cr	26,3	52	Soufre.....	S	16	32
Cobalt....	Co	29,5	58,7	Strontium..	Sr	43.75	87,5
Cuivre.....	Cu	31,75	63,3	Thallium...	Tl	204	203,7
Etain......	Sn	59	118	Titane.....	Ti	25	50
Fer........	Fe	28	55,9	Tungstène..	Tu	92	183,6
Fluor......	Fl	19	19	Uranium...	U	60	239,0
Iode.......	I	127	126,5	Vanadium..	V	51,4	51,2
Lithium....	Li	7	7	Zinc.......	Zn	32,5	65

(2) *Poids atomiques des corps simples.*

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Meyer et Seubert.	Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations. H = 1
Aluminium...	Al	0,5	27,01	27,04	27,08	0,05	0 202	26,992 (Baubigny)
Antimoine...	Sb		119,96	119,6	120,0	0,2	0,0495	120,193 (Bongarts)
Argent.......	Ag	0,05	107,67	107,66	107,93	0,01	0,0559	
Arsenic......	As	0,5	74,92	74,9	75,0	0,3	0,083 (crist.)	
Azote........	Az ou N	0,05	14,02	14,01	14,05	0,1		
Baryum......	Ba	0,5	136,76	136,86	137,1	0,1		
Bismuth.....	Bi		207,52	207,5	208,0	0,3	0,0305	207,64 (Marignac)
Bore........	Bo	0,1	10,94	10,9	11,0	0,1	0,366/233°	
Brome.......	Br	0,05	79,77	79,76	79,955	0,01	0,0843 (sol.)	
Cadmium....	Cd	0,5	111,84	111,7	112,1	0,2	0,548	111,955 (Huntigton)
Calcium.....	Ca	0,1	39,99	39,91	40,0	0,05	0,1804	
Carbone.....	C	0,05	11,97	11,97	12,005	0,005	0,459/985°	11,977 (Friedel)
Cérium......	Ce		140,42	141,2	141,5	1	0,04479	
Césium......	Cs	0,5	132,58	132,7	132,8	0,3		
Chlore.......	Cl	0,05	35,37	35,37	35,456	0,005		
Chrome......	Cr	1	52,01	52,45	52,3	0,3		52,09 (Baubigny)
Cobalt.......	Co	1	58,89	58,6	60,0	0,5	0,1067	58,74 (Zimmermann)
Cuivre.......	Cu	0,5	63,17	63,18	63,33	0,02	0,0968/247°	63,299 (Baubigny)
Décipium ...	De			171				
Didyme.	Di		144,57	145,0	145	3	0,04563	142,124 (Cleve)
Erbium......	Er		165,89	166,0	166	2		
Étain........	Sn		117,7	117,35	118,1	0,1	0,0559	
Fer..........	Fe	0,1	55,91	55,88	56,0	0,05	0,1267/300°	56,0 (Baubigny)

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Poids atomiques. Meyer et Seubert.	Poids atomiques. Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations.
Fluor........	Fl	0,1	18,98	19,06	19,0	0,1		
Gallium......	Ga	0,5	68,85	69,9	70	1	0,079 (solide)	
Germanium..	Ge					0,1		72,3 (Winckler)
Glucinium...	Gl	0,5	9,08	9,08	9,1	0,2	0,506/300°	9,027 (Krüss et Mœcht)
Hydrogène...	H	base	1	1	1	0,005		
Indium......	In	0,5	113,4	113,4	113,7	0,5	0,05695	
Iode.	I	0,05	126,56	126,54	126,86	0,01	0,05412	
Iridium......	Ir	0,5	192,65	192,5	193,0	0 2	0,0323	192,9 (Seubert)
Lanthane....	La		138,53	138,5	138	2	0,04485	138,019 (Cleve)
Lithium......	Li	0,1	7,01	7,01	7,02	0,01	0,9408	
Magnésium...	Mg	1	23,96	23,94	24,4	0,05	0,245	24,309-24,319 (Marignac)
Manganèse...	Mn	1	53,91	54,8	55,0	0,1	0,1217	54,932 (Marignac)
Mercure.....	Hg	0,5	199,71	199,8	200,1	0,2	0,03192 (sol.)	
Molybdène...	Mo	0,5	95,53	95,9	96,0	0,3	0,0659	96,18 (Rammelsberg)
Nickel.......	Ni	1	57,93	58,6	58,8	0,5	0,10916	58,557 (Zimmerman)
Niobium.....	Nb		93,81	93,7	94	2		
Or..........	Au	1	196,16	196,2	196,7	0,5	0,0316	196,8 (Thorpe et Laurie)
Osmium.....	Os		198,49	195	195	5	0,03113	191 (Seubert)
Oxygène... .	O	0,05	15,96	15,96	16	base		
Palladium....	Pd	1	105,74	106,2	106,5	1	0,0592/100°	
Phosphore...	P	0,1	30,96	30,96	30,95	0,05	0,202/36°	
Platine... ..	Pt	0,5	194,41	194,3	194,9	0,2	0,0377/1000°	194,85-194,41 (Seubert)
Plomb.......	Pb	0,1	206,47	206,39	206,91	0.05	0,0315/48°	
Potassium...	K	0,05	39,02	39,03	39,144	0,01	0.1655	
Rhodium....	Rh	1	104,05	104,01	104	1	0,05803	

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques.			Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations.
			Clarke.	Meyer et Seubert.	Van der Plaat.			
Rubidium....	Rb	0,1	85,25	85,2	85,4	0,1		
Ruthénium...	Ru	1	104,22	103,5	104	1	0,0611	
Samarium ...	Sa			150,02	150	0,5		150,021 (Cleve)
Scandium....	Sc	0,5	43,98	43,97	44	0,5		43,97 (Nilson)
Sélénium	Se	0,5	78,80	78,87	79	0,2	0,084 (crist.)	
Silicium	Si	1	28,19	28,0	28,0	0,1	$0,203/232^0$	28,332 (Thorpe et Joung)
Sodium......	Na	0,05	23,00	22,99	23,05	0,005	0,2934	
Soufre.......	S	0,05	31,98	31,98	32,06	0,01	0,1764	
Strontium....	Sr	0,5	87,37	87,3	87,5	0,1		
Tantale......	Ta		182,14	182,0	182,8	0,5		
Tellure	Te	1	127,96	127,7	125	3	0,0475	126,7 (Wills)
Thallium	Tl		203,71	203,7	204,2	0,5	0,03355	
Thorium......	Th		233,41	231,96	233	1		231,99 (Nilson)
Thulium......	Thu			170,7				
Titane.......	Ti		49,85	50,25	48,1	0,1		
Tungstène ...	Tu	0,5	183,61	183,6	184,0	0,2	0,035	184,04 (Waddel)
Uranium.....	U		238,48	239,8	240	1		
Vanadium....	V	0,1	51,26	51,1	51,3	0,1		
Ytterbium....	Yb		172,76	172,6	173	1		172,73 (Marignac)
Yttrium......	Y		89,82	89,6	89,5	1		88,9 (Cleve)
Zinc.........	Zn	1	64,90	64,88	65,3	0,1	0,0935	65,407 (Morse et Burton)
Zirconium ...	Zr		89,37	90,4	90,5	1	0,0660	

(3) Table de Mendéléeff.

Les éléments répartis en groupes naturels et en séries périodiques.

Groupes :	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Forme des composés :	RH (1) R^2O	RH^2 RO	RH^3 R^2O^3	RH^4 RO^2	RH^3 R^2O^5	RH^2 RO^3	RH R^2O^7	
Série 1 » 2	1 : H Li : 7	Gl : 9	Bo : 11	12 . C	14 : Az	16 : O	19 : Fl	
Série 3 » 4	23 : Na K : 39	24,3 : Mg Ca : 40	27 : Al Sc : 44	28 : Si Ti : 48	31 : P V : 51,3	32 : S Cr : 52	35,5 : Cl Mn : 55	Fe : 56. Co : 58,6. Ni : 58,6
Série 5 » 6	63 : Cu Rb : 85	65,3 : Zn Sr : 87.5	68,8 : Ga Y : 89,8?	72,3 : Ge Zr : 90	75 : As Nb : 94	79 : Se Mo : 95,5	80 : Br	Ru : 104. Rh : 104. Pd : 105,7
Série 7 » 8	108 : Ag Cs : 133	112 : Cd Ba : 137	113,4 : In La : 138,5	118 : Sn Cé : 140,5	120 : Sb Di : 146	125 : Te	127 : I Sm? 150?	
Série 9 » 10			159 ? Dp. Yb : 173		Ta : 182	W : 184		Os : 198 ? Ir 192,5 : Pt 194,4
Série 11 » 12	196 : Au	200 : Hg	204 : Tl	206,5 : Pb Th : 233,4	208,2 : Bi	U : 239		

1. H ou Et, Me, etc.

CHAPITRE I.

Documents physiques et mathématiques.

Section I. — Conversion des Mesures.

(4) *Réduction des mesures linéaires anciennes.*

Toise.	Mètre.	Pied.	Mètre.	Pouce.	Metre.	Ligne.	Millimèt.
—	—	—	—	—	—	—	—
1	1,94904	1	0,32484	1	0,02707	1	2,256

1 toise = 6 pieds. 1 pied = 12 pouces. 1 pouce = 12 lignes
1 ligne = 12 points.

10000 mètres	=	5130 toises	4 pieds	5 pouces	3,360 lignes.
1000	=	513	0	5	3,936
100	=	51	1	10	1,6
10	=	5	0	9	4,959
1	=	0	3	0	11,296
0,1	=	0	0	3	8,330
0,01	=	0	0	0	4,433
0,001	=	0	0	0	0,4433

(On se sert ici des divisions décimales de la ligne.)

(5) *Réduction des mesures linéaires anglaises.*

Yards.	Mètres.	Feet (pieds).	Mètres.	Inches (pouces).	Mètres.
—	—	—	—	—	—
1	0,9144	1	0,3048	1	0,02540
2	1,8288	2	0,6096	2	0,05080
3	2,7431	3	0,9144	3	0,07620
4	3,6575	4	1,2192	4	0,10160
5	4,5719	5	1,5240	5	0,12700
6	5,4863	6	1,8287	6	0,15239
7	6,4007	7	2,1335	7	0,17779
8	7,3150	8	2,4383	8	0,20319
9	8,2294	9	2,7431	9	0,22859
10	9,1438	10	3,0479	10	0,25399
				11	0,27939
				12	0,30479

100 mètres	=	328 feet	1,08 inches,	ou	328,09 feet.
10	=	32	9,71		32,809
1	=	3	3,37		3,2809
0,1	=		3,937		
0,01	=		0,394		
0,001	=		0,039		

1 fathom = 2 yards. 1 yard = 3 feet. 1 foot = 12 inches.

(6) *Conversion en millimètres des hauteurs de baromètres anglais et français exprimées en pouces.*

Baromèt. anglais.			Baromèt. français.			Baromèt. anglais.			Baromèt. français.		
pouc.	dix.	mm	pouc.	lig.	mm	pouc.	dix.	mm	pouc.	lig.	mm
27	4	695,95	26	0	703,82	29	1	739,13	27	5	742,17
	5	698,49		1	706,07		2	741,67		6	744,42
	6	701,03		2	708,33		3	744,21		7	746,68
	7	703,57		3	710,59		4	746,75		8	748,94
	8	706,11		4	712,84		5	749,29		9	751,19
	9	708,65		5	715,10		6	751,83		10	753,45
28	0	711,19		6	717,36		7	754,37		11	7[illegible]5,70
	1	713,73		7	719,61		8	756,91	28	0	757,96
	2	716,27		8	721,86		9	759,45		1	760,22
	3	718,81		9	724,12	30	0	761,99		2	762,47
	4	721,35		10	726,38		1	764,53		3	764,73
	5	723,89		11	728,63		2	767,07		4	766,98
	6	726,43	27	0	730,89		3	769,61		5	769,24
	7	728,97		1	733,15		4	772,15		6	771,49
	8	731,51		2	735,40		5	774,69		7	773,75
	9	734,05		3	737,66		6	777,23		8	776,01
29	0	736,59		4	739,91		7	779,77		9	778,26

(7) *Réduction des anciennes mesures de surface et de capacité.*

Toise carrée.	Mètres carrés.	Toise cube.	Mètres cubes.	Pied carré.	Mètre carré.	Pied cube.	Mètre cube.
1	3,7987	1	7,4039	1	0,1055	1	0,03428

Pouce carré.	Centimèt. carrés.	Pouce cube.	Centimèt. cubes.	Setier.	Hectolit.
1	7,3278	1	19,8365	1	1,560

1 muid = 251 litres, 370, ou 36 veltes de 7 1/2 pintes.
1 boisseau = 13 litres.
1 pinte = 0 litre 931 ou 2 chopines ou setiers.
1 chopine = 0 litre 466 ou 4 poissons.
1 poisson = 0 litre 116 ou 4 roquilles.
1 roquille = 0 litre 029
1 canon = 0 litre 200.

(8) *Réduction des mesures de capacité anglaises.*

Gallons.	Litres.	Pints.	Litres.	Fluid Ounces.	Centimèt. cubes	Cubic inches.	Centimèt. cubes.
—	—	—	—	—	—	—	—
1	4,54346	1	0,56793	1	28,3966	1	16,38618
2	9,08692	2	1,13586	2	56,7932	2	32,77235
3	13,63037	3	1,70380	3	85,1898	3	49,15853
4	18,17383	4	2,27173	4	113,5864	4	65,54470
5	22,71729	5	2,83966	5	141,9830	5	81,93088
6	27,26075	6	3,40759	6	170,3797	6	98,31706
7	31,80421	7	3,97552	7	198,7763	7	114,70323
8	36,34766	8	4,54346	8	227,1729	8	131,08941
9	40,89112	9	5,11139	9	255,5695	9	147,47558
10.	45,43458	10	5,67932	10	283,9661	10	163,86176

1 mètre cube = 220,096677 gallons. 1 litre = 1,76077 pints.
1 litre = 61,02705 cubic inches.
1 gallon = 8 pints. 1 pint = 4,65923 cubic inches *ou* 20 fluid ounces.

(9) *Réduction des anciens poids.*

Livre.	Kilogr.	Marc.	Kilogr.	Once.	Gram.	Gros.	Gram.	Grain.	Gram.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0,48951	1	0,244753	1	30,59	1	3,82	1	0,053

100 kilogram.	=	204 livres	4 onces	4 gros	59 grains.
10	=	20	6	6	63,5
1	=	2	0	5	35,15
100 grammes	=	0	3	2	11
10	=	0	0	2	44
1	=	0	0	0	19

1 livre = 16 onces. 1 marc = 8 onces. 1 once = 8 gros.
1 gros = 72 grains.

(10) *Réduction des poids anglais.*

Troy Pounds.	Kilogr.	Avd. lbs.	Kilogr.	Troy oz.	Gram.	Grains.	Gram.
—	—	—	—	—	—	—	—
1	0.37324	1	0,45359	1	31,10350	1	0,06480
2	0,74648	2	0,90719	2	62,20699	2	0,12960
3	1,11973	3	1,36078	3	93,31049	3	0,19440
4	1,49297	4	1,81437	4	124,41398	4	0,25920
5	1,86621	5	2,26797	5	155,51748	5	0,32400
6	2,23945	6	2.72156	6	186,62098	6	0,38879
7	2,61269	7	3,17515	7	217,72447	7	0,45359
8	2,98594	8	3,62874	8	248,82797	8	0,51839
9	3,35918	9	4,08234	9	279,93146	9	0,58319
10	3.73242	10	4.53593	10	311,03496	10	0,64799

1000 kilogrammes = 19,6841 cwts (*hundred-weights*),
ou 19 cwts 2 quarters 23 lbs.
100 = 1,9684 cwt (*hundred-weights*),
ou 1 cwt 3 quarters 24,7 lbs.
10 = 22,04621 avd. lbs. (*avoir du poids pounds*).
1 = 2,20462 avd. lbs. ou 32,150727 troy oz (*ounces*),
100 grammes = 3,215073 troy oz (*troy ounces*).
10 = 154,32349 grains.
1 = 15,43235 grains.

1 ton = 20 cwts (*quintaux* ou *hundred-weights*) = 1016 kil 05
1 cwt = 112 lbs (*livres* ou *avoir du poids pounds*) = 50 kil 8024
1 lb. = 16 *avoir du poids ounces* = 7000 *grains*.
1 imperial troy pound ou livre troy = 12 *troy oz* ou *onces troy*, c'est-à-dire 96 *drams*, ou 288 *scruples* (Poids médicinaux), ou 5760 *grains*.
1 troy oz se divise aussi en 20 *pennyweights* de chacun 24 *grains*, c'est-à-dire de 480 *grains*.

L'on emploie plus rarement l'*once avoir du poids* qui vaut 28gr,34954.
Le volume de l'once troy d'eau distillée pesée dans l'air avec des poids de cuivre est de 31 cc, 155 à 62° F et 30 pouces anglais de pression.

(11) *Mesures anciennes allemandes.*

	mm		mm
Pied de Vienne.....	316,103	Pouce du Rhin......	26,148
— du Rhin.....	313,854	Ligne de Vienne....	2,195
— de Munich.....	291,859	— du Rhin ..	2,179
Pouce de Vienne....	26,340		

(12) *Valeur en grammes des poids médicinaux de divers pays.*

	Livre.	Once.	Drachme ou gros.	Scrupule	Grain.
Angleterre	373,242	31,103	3,888	1,296	0,0648
Autriche............	420,009	35,070	4,376	1,459	0,0729
Belgique et Hollande.	375,000	31,250	3,906	1,302	0,0651
Danem., Russie, Suisse	357,669	29,805	3,725	1.241	0,0620
Espagne	344,822	28.735	3,592	1,197	0,0499
Piémont	331,961	27,663	3,458	1,153	0.0480
Prusse, Saxe (1).	350,784	29,238	3,655	1,218	0 061
Suède...............	356,437	29,703	3,714	1,238	0.0619

La livre se divise partout en 12 onces; l'once en 8 gros; le gros en 3 scrupules. Celui-ci vaut en général 20 grains, sauf en Espagne et en Piémont où il en vaut 24.

(1) On emploie aussi le loth, ou demi-once, valant 14 gr. 619.

(13) LOGARITHMES

DES NOMBRES DE 1 A 1000. — 1er TABLEAU.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D.
10	0 000	043	086	128	170	212	253	294	334	374	40
1	414	453	492	531	569	607	645	682	719	755	37
2	792	828	864	899	934	969	*004	*038	*072	*106	33
3	1 139	173	206	239	271	303	335	367	399	430	31
4	461	492	523	553	584	614	644	673	703	732	29
5	761	790	818	847	875	903	931	959	987	*014	27
6	2 041	068	095	122	148	175	201	227	253	279	25
7	304	330	355	380	405	430	455	480	504	529	24
8	553	577	601	625	648	672	695	718	742	765	23
9	788	810	833	856	878	900	923	945	967	989	21
20	3 010	032	054	075	096	118	139	160	181	201	21
1	222	243	263	284	304	324	345	365	385	404	20
2	424	444	464	483	502	522	541	560	579	598	19
3	617	636	655	674	692	711	729	747	766	784	18
4	802	820	838	856	874	892	909	927	945	962	17
5	979	997	*014	*031	*048	*065	*082	*099	*116	*133	17
6	4 150	166	183	200	216	232	249	265	281	298	16
7	314	330	346	362	378	393	409	425	440	456	16
8	472	487	502	518	533	548	564	579	594	609	15
9	624	639	654	669	683	698	713	728	742	757	14
30	771	786	800	814	829	843	857	871	886	900	14
1	914	928	942	955	969	983	997	*011	*024	*038	13
2	5 051	065	079	092	105	119	132	145	159	172	13
3	185	198	211	224	237	250	263	276	289	302	13
4	315	328	340	353	366	378	391	403	416	428	13
5	441	453	465	478	490	502	514	527	539	551	12
6	563	575	587	599	611	623	635	647	658	670	12
7	682	694	705	717	729	740	752	763	775	786	12
8	798	809	821	832	843	855	866	877	888	899	12
9	911	922	933	944	955	966	977	988	999	*010	11
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Cette table est extraite des *Tables de logarithmes* de M. J. Dupuis. Paris, Hachette et Cie.

LOGARITHMES

DES NOMBRES DE 1 A 1000. — 2e TABLEAU.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D.
40	6 021	031	042	053	064	075	085	096	107	117	11
1	128	138	149	160	170	180	191	201	212	222	10
2	232	243	253	263	274	284	294	304	314	325	10
3	335	345	355	365	375	385	395	405	415	425	10
4	435	444	454	464	474	484	493	503	513	522	10
5	532	542	551	561	571	580	590	599	609	618	10
6	628	637	646	656	665	675	684	693	702	712	9
7	721	730	739	749	758	767	776	785	794	803	9
8	812	821	830	839	848	857	866	875	884	893	9
9	902	911	920	928	937	946	955	964	972	981	9
50	990	998	*007	*016	*024	*033	*042	*050	*059	*067	9
1	7 076	084	093	101	110	118	126	135	143	152	8
2	160	168	177	185	193	202	210	218	226	235	8
3	243	251	259	267	275	284	292	300	308	316	8
4	324	332	340	348	356	364	372	380	388	396	8
5	404	412	419	427	435	443	451	459	466	474	8
6	482	490	497	505	513	520	528	536	543	551	8
7	559	566	574	582	589	597	604	612	619	627	7
8	634	642	649	657	664	672	679	686	694	701	8
9	709	716	723	731	738	745	752	760	767	774	8
60	782	789	796	803	810	818	825	832	839	846	7
1	853	860	868	875	882	889	896	903	910	917	7
2	924	931	938	945	952	959	966	973	980	987	6
3	993	*000	*007	*014	*021	*028	*035	*041	*048	*055	7
4	8 062	069	075	082	089	096	102	109	116	122	7
5	129	136	142	149	156	162	169	176	182	189	6
6	195	202	209	215	222	228	235	241	248	254	7
7	261	267	274	280	287	293	299	306	312	319	6
8	325	331	338	344	351	357	363	370	376	382	6
9	388	395	401	407	414	420	426	432	439	445	6
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

$$\log \pi = 0,49715$$

$$\log \frac{1}{\pi} = \bar{1},50285$$

LOGARITHMES

DES NOMBRES DE 1 A 1000. — 3e TABLEAU

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D.
70	8 451	457	463	470	476	482	488	494	500	506	7
1	513	519	525	531	537	543	549	555	561	567	6
2	573	579	585	591	597	603	609	615	621	627	6
3	633	639	645	651	657	663	669	675	681	686	6
4	692	698	704	710	716	722	727	733	739	745	6
5	751	756	762	768	774	779	785	791	797	802	6
6	808	814	820	825	831	837	842	848	854	859	6
7	865	871	876	882	887	893	899	904	910	915	6
8	921	927	932	938	943	949	954	960	965	971	5
9	976	982	987	993	998	*004	*009	*015	*020	*025	6
80	9 031	036	042	047	053	058	063	069	074	079	6
1	085	090	096	101	106	112	117	122	128	133	5
2	138	143	149	154	159	165	170	175	180	186	5
3	191	196	201	206	212	217	222	227	232	238	5
4	243	248	253	258	263	269	274	279	284	289	5
5	294	299	304	309	315	320	325	330	335	340	5
6	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	5
7	395	400	405	410	415	420	425	430	435	440	5
8	445	450	455	460	465	469	474	479	484	489	5
9	494	499	504	509	513	518	523	528	533	538	4
90	542	547	552	557	562	566	571	576	581	586	4
1	590	595	600	605	609	614	619	624	628	633	5
2	638	643	647	652	657	661	666	671	675	680	5
3	685	689	694	699	703	708	713	717	722	727	4
4	731	736	741	745	750	754	759	763	768	773	4
5	777	782	786	791	795	800	805	809	814	818	5
6	823	827	832	836	841	845	850	854	859	863	5
7	868	872	877	881	886	890	894	899	903	908	4
8	912	917	921	926	930	934	939	943	948	952	4
9	956	961	965	969	974	978	983	987	991	996	4
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

$$\log \frac{4}{3}\pi = 0,62209$$

$$\log \frac{1}{6}\pi = \bar{1},71900$$

(11) *Table des circonférences, cercles, carrés, cubes, racines carrées, racines cubiques, de 1 à 100.*

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée. $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
1	3,14	0,79	1	1	1,000	1,000
2	6,28	3,14	4	8	1,414	1,259
3	9,42	7,07	9	27	1,732	1,442
4	12,57	12,57	16	64	2,000	1,587
5	15,71	19,63	25	125	2,336	1,709
6	18,85	28,27	36	216	2,449	1,817
7	21,99	38,48	49	343	2,635	1,912
8	25,13	50,27	64	512	2,828	2,000
9	28,27	63,62	81	729	3,000	2,080
10	31,42	78,54	100	1000	3,162	2,154
11	34,56	95,03	121	1331	3,316	2,223
12	37,70	113,10	144	1728	3,464	2,289
13	40,84	132,73	169	2179	3,605	2,351
14	43,98	153,94	196	2744	3,741	2,410
15	47,12	176,71	225	3375	3,872	2,466
16	50,27	201,06	256	4096	4,000	2,519
17	53,41	226,98	289	4913	4,123	2,571
18	56,55	254,47	324	5832	4,242	2,620
19	59,69	283,53	361	6859	4,358	2,668
20	62,83	314,16	400	8000	4,472	2,714
21	65,97	346,36	441	9261	4,582	2,758
22	69,11	380,13	484	10648	4,690	2,802
23	72,26	415,48	529	12167	4,795	2,843
24	75,40	452,39	576	13824	4,898	2,884
25	78,54	490,87	625	15625	5,000	2,924
26	81,68	530,93	676	17576	5,099	2,962
27	84,82	572,56	729	19683	5,196	3,000
28	87,96	615,75	784	21952	5,291	3,036
29	91,11	660,52	841	24389	5,381	3,072
30	94,25	706,86	900	27000	5,477	3,107
31	97,39	754,77	961	29791	5,567	3,141
32	100,53	804,25	1024	32768	5,656	3,174
33	103,67	855,30	1089	35937	5,744	3,207
34	106,81	907,92	1156	39304	5,830	3,239
35	109,96	962,11	1225	42875	5,916	3,271

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
36	113,10	1017,88	1296	46656	6,000	3,301
37	116,24	1075,21	1369	50653	6,082	3,332
38	119,38	1134,11	1444	54872	6,164	3,361
39	122,52	1194,59	1521	59319	6,244	3,391
40	125,66	1256,64	1600	64000	6,324	3,419
41	128,80	1320,25	1681	68921	6,403	3,448
42	131,95	1385,44	1764	74088	6,480	3,476
43	135,09	1452,20	1849	79507	6,557	3,503
44	138,23	1520,53	1936	85184	6,633	3,530
45	141,37	1590,43	2025	91125	6,708	3,556
46	144,51	1661,90	2116	97336	6,782	3,583
47	147,65	1734,94	2209	103823	6,855	3,608
48	150,80	1809,56	2304	110592	6,928	3,634
49	153,94	1885,74	2401	117649	7,000	3,659
50	157,08	1963,49	2500	125000	7,071	3,684
51	160,22	2042,82	2601	132651	7,141	3,708
52	163,36	2123,72	2704	140608	7,211	3,732
53	166,50	2206,18	2809	148877	7,280	3,756
54	169,65	2290,21	2916	157464	7,348	3,779
55	172,79	2375,83	3025	166375	7,416	3,802
56	175,93	2463,01	3136	175616	7,483	3,825
57	179,07	2551,76	3249	185193	7,549	3,848
58	182,21	2642,08	3364	195112	7,615	3,870
59	185,35	2733,97	3481	205379	7,681	3,892
60	188,50	2827,43	3600	216000	7,745	3,914
61	191,64	2922,47	3721	226981	7,810	3,936
62	194,78	3019,07	3844	238328	7,874	3,957
63	197,92	3117,24	3969	250047	7,937	3,979
64	201,06	3216,99	4096	262144	8,000	4,000
65	204,20	3318,31	4225	274625	8,062	4,020
66	207,34	3421,19	4356	287496	8,124	4,041
67	210,49	3525,65	4489	300763	8,185	4,061
68	213,63	3631,68	4624	314432	8,246	4,081
69	216,77	3739,28	4761	328509	8,306	4,101
70	219,91	3848,45	4900	343000	8,366	4,121
71	233,05	3959,19	5041	357911	8,426	4,140
72	226,19	4071,50	5184	373248	8,485	4,160
73	229,34	4185,39	5329	389017	8,544	4,179
74	232,48	4300,84	5476	405224	8,602	4,198
75	235,62	4417,86	5625	421875	8,660	4,217

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée. $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
76	238,76	4536,46	5776	438976	8,717	4,235
77	241,90	4656,62	5929	456533	8,774	4,254
78	245,04	4778,36	6084	474552	8,831	4,272
79	248,19	4901,67	6241	493039	8,888	4,290
80	251,33	5026,55	6400	512000	8,944	4,308
81	254,47	5153,00	6561	531441	9,000	4,326
82	257,61	5281,02	6724	551368	9,055	4,344
83	260,75	5410,61	6889	571787	9,110	4,362
84	263,89	5541,77	7056	592704	9,165	4,379
85	267,03	5674,50	7225	614125	9,219	4,396
86	270,18	5808,80	7396	636056	9,273	4,414
87	273,32	5944,68	7569	656503	9,327	4,431
88	276,46	6082,12	7744	681472	9,386	4,447
89	279,60	6221,14	7921	704969	9,433	4,464
90	282,74	6361,72	8100	729000	9,486	4,481
91	235,88	6503,88	8281	753571	9,539	4,497
92	289,03	6647,61	8464	778688	9,591	4,514
93	292,17	6792,91	8649	804357	9,643	4,530
94	295,31	6939,78	8836	830584	9,695	4,546
95	298,45	7088,22	9025	857375	9,746	4,562
96	301,59	7238,23	9216	884736	9,797	4,578
97	304,73	7389,81	9409	912673	9,848	4,594
98	307,88	7542,96	9604	941192	9,899	4,610
99	311,02	7697,69	9801	970229	9,949	4,626
100	314,16	7853,98	10000	1000000	10,000	4,642

Volume du prisme et du cylindre de base B et de hauteur h; Bh.

— de la pyramide et du cône; 1/3 Bh.

— du tronc de pyramide dont les bases parallèles sont B et B′; $1/3\, h(B + B' + \sqrt{BB'})$.

Volume du tronc de cône dont les rayons des bases sont r et r'; $1/3\, h\pi\, (r^2 + r'^2 + rr')$.

Volume de la sphère du rayon $r = 1/2\, d$; $4/3\, \pi r^3 = 1/6\, \pi d^3$.

— du segment de sphère, dont les rayons des bases parallèles sont r et r'; $\frac{1}{2} \pi (r^2 + r'^2)\, h + \frac{1}{6}\, \pi h^3$.

(15) ***Valeur des inverses*** $1/n$ ***et de*** $\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$ ***pour la photométrie*** (table **303**).

n	$1/n$	$\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$	n	$1/n$	$\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$	n	$1/n$	$\left(\frac{n}{100-n}\right)^2$
1	1		34	0,0294	0,245	67	0,0149	4,08
2	0,5		35	0,0286	0,289	68	0,0147	4,51
3	0,333		36	0,0278	0,316	69	0,0145	4,95
4	0,25		37	0,0270	0,344	70	0,0143	5,44
5	0,20		38	0,0263	0,377	71	0,0141	6,09
6	0,167		39	0,0256	0,408	72	0,0139	6,60
7	0,143		40	0,0250	0,445	73	0,0137	7,29
8	0,125		41	0,0244	0,483	74	0,0135	8,10
9	0,111		42	0,0238	0,524	75	0,0133	9,00
10	0,10		43	0,0233	0,568	76	0,0132	10,02
11	0,091		44	0,0227	0,618	77	0,0130	11,21
12	0,083		45	0,0222	0,669	78	0,0128	12,57
13	0,077		46	0,0217	0,724	79	0,0127	14,15
14	0,0714		47	0,0213	0,787	80	0,0125	16,00
15	0,0667	0,0311	48	0,0208	0,852	81	0,0123	18,1
16	0,0625	0,0362	49	0,0204	0,923	82	0,0122	20,8
17	0,0588	0,0419	50	0,020	1	83	0,0120	23,8
18	0,0556	0,0482	51	0,0196	1,08	84	0,0119	27,4
19	0,0526	0,0550	52	0,0192	1,16	85	0,0118	32,1
20	0,05	0,0625	53	0,0189	1,27	86	0,0116	36,5
21	0,0476	0,0706	54	0,0185	1,36	87	0,0115	44,7
22	0,0454	0,0795	55	0,0182	1,48	88	0,0114	
23	0,0435	0,0892	56	0,0179	1,63	89	0,0112	
24	0,0417	0,0992	57	0,0175	1,76	90	0,0111	
25	0,040	0,111	58	0,0172	1,90	91	0,0110	
26	0,0385	0,123	59	0,0169	2,07	92	0,0109	
27	0,0370	0,137	60	0,0167	2,25	93	0,0108	
28	0,0357	0,151	61	0,0164	2,41	94	0,0106	
29	0,0345	0,166	62	0,0161	2,66	95	0,0105	
30	0,0333	0,183	63	0,0159	2,98	96	0,0104	
31	0,0323	0,202	64	0,0156	3,15	97	0,0103	
32	0,0312	0,221	65	0,0154	3,46	98	0,0102	
33	0,0303	0,242	66	0,0151	3,76	99	0,0101	

(16-17) *Abrégé du système C. G. S.*

Selon ce système, proposé par l'Association Britannique et adopté par le Congrès international des Electriciens en 1881, la plupart des quantités dont on fait usage en mécanique et en physique s'expriment en fonction de trois unités fondamentales de *longueur*, de *masse* et de *temps*, qui sont le *Centimètre*, centième partie du mètre des Archives françaises, le *Gramme*, masse de la millième partie du kilogramme des Archives, la *Seconde*, $\frac{1}{86400}$ du jour solaire moyen.

Les multiples sont indiqués, comme dans le système métrique, par les préfixes *Déca*, *Hecto*, *Kilo*, *Myria*, *Déci*, *Centi*, *Milli*; mais on y a ajouté *Méga* (1 million de fois) et *Micro* (un millionième). Le mot *micromètre* est souvent remplacé par *micron* ou μ. Pour l'expression des nombres très grands ou très petits, au lieu d'employer une suite de zéros, on a l'habitude de considérer ces nombres comme le produit de deux facteurs dont l'un est une puissance de 10. Exemple : 40 millions de mètres s'écriront non pas, 40 000 000^m, mais 40×10^6 ou 4×10^7 (l'exposant de 10 est le nombre de zéros) ; de même 589,5 millioniémes de millimètre ne s'écriront pas 0^m,000 000 589 5, mais 589^m,5$\times 10^{-9}$ (l'exposant -9 est le nombre de rangs dont il faut déplacer vers la gauche la virgule du facteur 589,5 pour écrire la fraction sous la forme décimale) ou, en prenant le centimètre comme unité, $589{,}5 \times 10^{-7}$.

Dyne. — C'est la *force* qui, agissant sur une masse 1 (1^{gr}) pendant le temps 1 (1^{sec}), lui imprime une vitesse 1 (1^{cm} par seconde). Cette force est toujours la même, tandis que le poids du gramme, ou l'effort fait par celui-ci sur un peson, varie avec l'intensité de la pesanteur. Lorsqu'un corps tombe dans le vide à Paris pendant 1 seconde, la pesanteur lui imprime une vitesse de g centimètres par seconde ($g = 981$). Si le corps tombant possède la masse du gramme, la force qui le sollicite sera donc de g dynes. La dyne vaut donc $\frac{1}{g}$ gramme, ou à Paris $\frac{1}{981}$ de gramme : un peu plus d'un milligramme. La Mégadyne vaut 1^{kil},019.

Erg. — Le *travail* produit par une force de 1 dyne pour un déplacement de 1 centimètre est l'*erg*. Cette unité est fort petite, puisqu'elle est voisine du travail développé par 1 milligramme tombant de 1 centimètre. Le Meg-erg est environ le centième du kilogrammètre.

Watt. — Le travail produit dans l'unité de temps ou la *puissance* s'exprime en *ergs* par seconde. Le cheval-vapeur, qui vaut 75 kilogrammètres par seconde, a donc pour valeur $7{,}36 \times 10^9$ ergs par seconde. Dans la pratique industrielle, on a remplacé dernièrement le cheval-

vapeur par le *poncelet* de 100 kilogrammètres par seconde ou 9810 meg-ergs par seconde. En électricité, on a donné le nom de *Watt* à 10 meg-ergs par seconde. Le cheval-vapeur vaut donc 736 watts. Le watt s'appelle encore *volt-ampère*, parce que c'est la puissance développée par un courant d'un ampère pour une chute de potentiel d'un volt.

CALORIE. — La *quantité de chaleur* nécessaire pour porter 1 gramme d'eau de 0^0 à 1^0 est la *calorie*, *petite calorie* ou *gramme degré*. La *grande calorie* (kilogramme degré) est 1 000 fois plus forte. En prenant J, équivalent mécanique de la chaleur, $=425$, on aura pour équivalent de 1 grande calorie 425 kilogrammètres ou 41 700 meg-ergs.

AMPÈRE. — Un *pôle magnétique d'intensité* 1 est celui qui repousse un pôle semblable placé à 1 centimètre, avec une force égale à 1 dyne

L'*intensité d'un courant* qui, roulé en forme d'arc de 1 centimètre de long, sur une circonférence de 1 centimètre de rayon, exerce une force de 1 dyne sur un pôle magnétique d'intensité 1 placé à son centre, est l'unité C. G. S. d'intensité. Dans la pratique, on prend une unité 10 fois plus faible, l'*ampère*, qui est l'intensité d'un courant produit par une force électromotrice de 1 volt dans un circuit de résistance égale à 1 ohm.

COULOMB. — La *quantité* d'électricité qui passe pendant 1 seconde dans un circuit traversé par un courant d'intensité égale à 1 unité C. G. S. est l'unité C. G. S. de quantité. On prend dans la pratique une unité 10 fois plus faible, le *coulomb*, qui est la quantité électrique débitée en 1 seconde par un ampère et qui correspond à l'électrolyse de 93,1 microgrammes d'eau. On appelle parfois la quantité débitée par 1 ampère en 1 heure (3600 coulombs) un *ampère-heure*.

VOLT. — Le travail produit par un courant est égal au produit de la quantité par la force électromotrice. L'unité C. G. S. de *force électromotrice* sera donc celle qui est nécessaire pour que l'unité de quantité développe 1 erg. En pratique, on prend une unité beaucoup plus forte : le *volt* $= 10^8$ unités C. G. S. Une pile Daniell a à peu près la force électromotrice d'un volt.

OHM. — On dit qu'un circuit a une *résistance* de 1 unité C. G. S lorsqu'une différence de potentiel (force électromotrice) de 1 unité C.G. S. y fait naître un courant d'intensité 1 (C. G. S.). Si l'on prend l'intensité en ampères et la force électromotrice en volts, la résistance sera exprimée en *ohms* (1 ohm $= 10^9$ unités C. G. S.). Une colonne de mercure de 1 millimètre de section et de 106 centimètres de long offre à zéro la résistance d'un ohm.

FARAD. — Un conducteur qu'une quantité 1 (C. G. S.) charge au potentiel (force électromotrice) de 1 (C. G. S.), est dit avoir une *capacité électrique* 1 (C. G. S.). Exprime-t-on la quantité et la force électromotrice en coulombs et volts, la capacité sera exprimée en *farads* (1 farad $= 10^{-9}$ unités C. G. S. Cette quantité est si grande, qu'on n'emploie que le microfarad $= 10^{-15}$ unités C. G. S.

Section II. — Thermométrie.

(18) *Réduction des degrés du thermomètre de Fahrenheit.*

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
— 40	— 40,00	— 4	— 20,00	33	0,56	70	21,11
— 39	— 39,44	— 3	— 19,44	34	1,11	71	21,67
— 38	— 38,89	— 2	— 18,89	35	1,67	72	22,22
— 37	— 38,33	— 1	— 18,33	36	2,22	73	22,78
— 36	— 37,78	0	— 17,78	37	2,78	74	23,33
— 35	— 37,22	1	— 17,22	38	3,33	75	23,89
— 34	— 36,67	2	— 16,67	39	3,89	76	24,44
— 33	— 36,11	3	— 16,11	40	4,44	77	25,00
— 32	— 35,56	4	— 15,56	41	5,00	78	25,56
— 31	— 35,00	5	— 15,00	42	5,56	79	26,11
— 30	— 34,44	6	— 14,44	43	6,11	80	26,67
— 29	— 33,89	7	— 13,89	44	6,67	81	27,22
— 28	— 33,33	8	— 13,33	45	7,22	82	27,78
— 27	— 32,78	9	— 12,78	46	7,78	83	28,33
— 26	— 32,22	10	— 12,22	47	8,33	84	28,89
— 25	— 31,67	11	— 11,67	48	8,89	85	29,44
— 24	— 31,11	12	— 11,11	49	9,44	86	30,00
— 23	— 30,56	13	— 10,56	50	10,00	87	30,56
— 22	— 30,00	14	— 10,00	51	10,56	88	31,11
— 21	— 29,44	15	— 9,44	52	11,11	89	31,67
— 20	— 28,89	16	— 8,89	53	11,67	90	32,22
— 19	— 28,33	17	— 8,33	54	12,22	91	32,78
— 18	— 27,78	18	— 7,78	55	12,78	92	33,33
— 17	— 27,22	19	— 7,22	56	13,33	93	33,89
— 16	— 26,67	20	— 6,67	57	13,89	94	34,44
— 15	— 26,11	21	— 6,11	58	14,44	95	35,00
— 14	— 25,56	22	— 5,56	59	15,00	96	35,56
— 13	— 25,00	23	— 5,00	60	15,56	97	36,11
— 12	— 24,44	24	— 4,44	61	16,11	98	36,67
— 11	— 23,89	25	— 3,89	62	16,67	99	37,22
— 10	— 23,33	26	— 3,33	63	17,22	100	37,78
— 9	— 22,78	27	— 2,78	64	17,78	101	38,34
— 8	— 22,22	28	— 2,22	65	18,33	102	38,89
— 7	— 21,67	29	— 1,67	66	18,89	103	39,45
— 6	— 21,11	30	— 1,11	67	19,44	104	40,00
— 5	— 20,56	31	— 0,56	68	20,00	105	40,56
		32	— 0,00	69	20,56	106	41,12

Pour les températures supérieures à 100° Fahr., on décomposera le nombre de degrés Fahr. en un nombre entier de centaines et en un reste. On ajoutera au chiffre des degrés centigrades correspondant à ce reste et pris dans la table 18, le nombre des degrés centigrades correspondant aux centaines entières et que l'on trouvera dans la table 19.

Exemple : 674° Fahr. = 600 + 74

Le 74° degré Fahr. correspond à... 23°,33 centigr. (Table 18.)
600 degrés Fahr. valent .... 333 ,33 centigr. (Table 19.)

Le 674° degré Fahr. correspond donc à 356°,66 centigr.

(19) *Valeurs en degrés centigrades d'une différence de 100, 200, etc.... degrés Fahr.*

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
100	55,56	1000	555,56	1900	1055,56	2800	1555,56
200	111,11	1100	611,11	2000	1111,11	2900	1611,11
300	166,67	1200	666,67	2100	1166,67	3000	1666,67
400	222,22	1300	722,22	2200	1222,22	3100	1722,22
500	277,78	1400	777,78	2300	1277,78	3200	1777,78
600	333,33	1500	833,33	2400	1333,33	3300	1833,33
700	388,89	1600	888,89	2500	1388,89	3400	1888,89
800	444,44	1700	944,44	2600	1444,44	3500	1944,44
900	500,00	1800	1000,00	2700	1500,00	3600	2000,00

1° Fahr. = 0°,55556 centigr. 1° centigr. = 1°,800 Fahr.
5° centigr. = 9° Fahr.

Le 32° degré Fahr. correspond à 0° centigr. Le 212° à + 100° centigr.
Le degré 0 Fahr. correspond à — 17,78 centigr.

(20) *Réduction des degrés du thermomètre de Réaumur.*

Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur	Centigr.	Réaumur.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
1	1,25	6	7,50	11	13,75	16	20,00
2	2,50	7	8,75	12	15,00	17	21,25
3	3,75	8	10,00	13	16,25	18	22,50
4	5,00	9	11,25	14	17,50	19	23,75
5	6,25	10	12,50	15	18,75	20	25,00

Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
21	26,25	36	45,00	51	63,75	66	82,50
22	27,50	37	46,25	52	65,00	67	83,75
23	28,75	38	47,50	53	66,25	68	85,00
24	30,00	39	48,75	54	67,50	69	86,25
25	31,25	40	50,00	55	68,75	70	87,50
26	32,50	41	51,25	56	70,00	71	88,75
27	33,75	42	52,50	57	71,25	72	90,00
28	35,00	43	53,75	58	72,50	73	91,25
29	36,25	44	55,00	59	73,75	74	92,50
30	37,50	45	56,25	60	75,00	75	93,75
31	38,75	46	57,50	61	76,25	76	95,00
32	40,00	47	58,75	62	77,50	77	96,25
33	41,25	48	60,00	63	78,75	78	97,50
34	42,50	49	61,25	64	80,00	79	98,75
35	43,75	50	62,50	65	81,25	80	100,00

1° Réaum. = 1,250 cent. 1° cent. = 0°,8 Réaum. 5° cent. = 4° Réaum.

0° Réaum. correspond à 0° cent.
80° Réaum. — à 100° cent.

(21) *Réduction des températures marquées par un thermomètre à mercure à celles qu'indiquerait un thermomètre à air.*

T = degrés lus sur un thermomètre à mercure A construit en verre ou en cristal.
t = degrés correspondants du thermomètre à air, dans le cas où A est en *cristal*.
t' = degrés correspondants du thermomètre à air, dans le cas où A est en *verre*.

T	t	t'	T	t	t'
°	°	°	°	°	°
100	100	100	230	227,91	230,15
110	109,95	110,02	240	237,55	240,10
120	119,88	120,05	250	247,13	249,95
130	129,80	130,09	260	256,71	259,80
140	139,73	140,15	270	266,27	269,63
150	149,60	150,20	280	275,77	279,49
160	159,49	160,26	290	285,20	289,22
170	169,36	170,32	300	294,61	298,95
180	179,21	180,37	310	303,99	308,60
190	189,01	190,37	320	313,29	318,26
200	198,78	200,30	330	322,51	327,74
210	208,51	210,25	340	331,61	337,17
220	218,23	220,20	350	340,62	346,35

(22) *Emploi de la lunette pyrométrique de M. Le Châtelier pour l'évaluation des températures élevées.*

Cet appareil, modification du photomètre à œil de chat de M. Cornu, permet d'amener à égalité l'intensité de deux lumières, l'une constante au moins pendant la durée de l'opération, l'autre visée à travers un système de verres absorbants et d'un diaphragme à ouverture carrée variable entre certaines limites. On n'emploie que la partie rouge du spectre, le reste étant absorbé par un verre convenable (celui qui sert à faire les lanternes photographiques).

On détermine une fois pour toutes le coefficient d'absorption K d'un des verres absorbants. Pour cela, la lampe à essence minérale de l'appareil étant allumée depuis dix minutes, on vise une source lumineuse d'un éclat tel que l'on puisse égaliser la teinte des deux demi-disques en manœuvrant l'œil de chat seulement. Soit N le nombre de divisions alors marqué par celui-ci. On interpose le verre absorbant et l'on constate que l'égalité des teintes est maintenant obtenue pour la division N'. On a

$$\left(\frac{N'}{N}\right)^2 = K.$$

Pour faire une mesure d'intensité lumineuse, on vise la source et on obtient l'égalité de teinte des demi-disques à l'aide du p verres absorbants et de n divisions de l'œil du chat. On vise alors la flamme de la lampe étalon à l'acétate d'amyle ou simplement celle d'une bougie stéarique et on obtient l'égalité des teintes avec n' divisions de l'œil de chat. Si on a dû modifier le tirage de la lunette pour ces deux déterminations à cause de la différence de distance des sources, on cherche sur le tube les distances focales f et f' correspondant aux deux opérations. On a dès lors

$$I = \left(\frac{n'}{n}\right)^2 \left(\frac{f}{f'}\right)^2 \left(\frac{1}{K}\right)^p.$$

L'intensité 1 correspond à l'éclat du charbon à la température de la flamme $t = 1250$ environ. Les autres intensités correspondent aux températures indiquées dans la table **23**, pourvu que le corps lumineux soit noir (charbon ou Fe^3O^4, ce dernier recouvrant le fer aux températures élevées). La table a été construite à l'aide de la formule

$$I = 10^{6,7} . T^{-\frac{3210}{T}}$$

ou

$$\log I = 6,7 - \left(\log T \times \frac{3210}{T}\right).$$

Cette formule, dans laquelle $T = t + 273$, a été établie par compa-

raison avec les données du pyromètre thermoélectrique. Il est possible qu'elle soit modifiée par des recherches ultérieures, mais l'instrument est dès à présent d'un usage pratique.

(23) *Intensités lumineuses d'un corps parfaitement noir.*

Intensités relatives.	Température centigrade	Intensités relatives.	Température centigrade.
0,00008	600°	3,35	1400°
0,00073	700	6,7	1500
0,0046	800	12,6	1600
0,020	900	22,4	1700
0,078	1000	39,0	1800
0,24	1100	60,0	1900
0,64	1200	93,0	2000
1,63	1300	1800	3000

(24) *Correction des points d'ébullition* (Crafts).

Les corps ayant à peu près le même point d'ébullition et appartenant à la même famille chimique subissent, dans les limites de variation de la pression atmosphérique, les mêmes abaissements ou élévations du point d'ébullition.

De là résulte que, pour ramener le point d'ébullition à la pression de 760 millimètres, il suffit d'employer les corrections indiquées pour la substance dont le point d'ébullition est le plus rapproché de celui du corps étudié. Exemple : On a trouvé pour la diphénylamine :

Température d'ébullition sous la pression de 721mm :	301°,7
Correction prise dans la colonne Benzophénone	2°,26
	303°,96
Une détermination, faite au thermomètre à air, donne	303°,9
L'erreur est inférieure à 0°,1	

Les corrections sont déduites d'expériences faites au thermomètre à air (ou hydrogène) par Regnault (R), Ramsay et Young (R + Y) et Crafts (C).

Pression en mm.	R Eau.	R Alcool éthylique.	C Alcool propylique.	C Alcool amylique.	C Oxalate de méthyle.	R + Y Salicylate de méthyle.	C Anhydride phtalique.	C Phénol.	R + Y Aniline.
720	+1,50	+1,36	+1,52	+1,65	+1,87	+2,31	+2,71	+2,00	+2,09
725	1,31	1,18	1,33	1,44	1,63	2,01	2,35	1,75	1,82
730	1,12	1,01	1,13	1,23	1,39	1,72	1,99	1,49	1,55
735	0,93	0,84	0,94	1,02	1,16	1,43	1,64	1,23	1,29
740	0,74	0,67	0,75	0,81	0,92	1,14	1,31	0,97	1,03
745	0,56	0,50	0,56	0,61	0,69	0,86	0,98	0,74	0,78
750	0,37	0,33	0,37	0,40	0,46	0,57	0,65	0,49	0,52
755	0,18	0,17	0,19	0,20	0,23	0,28	0,32	0,25	0,26
760	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
765	−0,18	−0,16	−0,18	−0,20	−0,23	−0,28	−0,30	−0,25	0,25
770	−0,36	−0,32	−0,37	−0,39	−0,45	−0,56	−0,60	−0,49	−0,50
Pt. Éb. (H=760)	100	78	97	130	164	223	286	183	184

Pression en mm.	C Acétone.	C Benzophénone.	C Sulfobenzide.	C Anthraquinone.	R Sulfure de carbone.	R Bromure d'éthylène.	R Benzène.	R + Y Chlorobenzène.	C Métaxylène.
720	+1,56	+2,59	+2,73	+3,01	+1,66	+1,93	+1,73	+2,01	+2,08
725	1,34	2,26	2,38	2,62	1,45	1,69	1,50	1,76	1,80
730	1,16	1,93	2,03	2,24	1,24	1,45	1,27	1,49	1,53
735	0,97	1,60	1,79	1,86	1,03	1,20	1,06	1,23	1,26
740	0,77	1,27	1,34	1,48	0,83	0,96	0,84	0,98	1.00
745	0,58	0,95	1,00	1,11	0,62	0,72	0,63	0,73	0,74
750	0,38	0,64	0,67	0,74	0,41	0,48	0,42	0,48	0,49
755	0,19	0,32	0,33	0,37	0,20	0,24	0,21	0,23	0,24
760	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
765	−0,19	−0,32	−0,32	−0,37	−0,20	−0,24	−0,21	−0,23	−0,23
770	−0,38	−0,63	−0,65	−0,73	−0,40	−0,48	−0,42	−0,47	−0,46
Pt. Éb. (H=760)	57	306	379	377	46	132	80	132	139

Pression en mm.	R+Y Bromobenzène.	R Essence de térébenthine.	C Naphtalène.	C Diphénylméthane.	R+Y Naphtalène bromé.	C Anthracène.	C Triphénylméthane.
720	+ 2,12	+ 2,28	+ 2,38	+ 2,69	+ 2,59	+ 2,74	+ 2,78
725	1,85	1,99	2,07	2,34	2,26	2,39	2,41
730	1,58	1,70	1,77	2,00	1,94	2,04	2,05
735	1,31	1,42	1,47	1,66	1,61	1,69	1,71
740	1,05	1,13	1,18	1,33	1,28	1,35	1,36
745	0,79	0,85	0,88	0,99	0,96	1,01	1,02
750	0,52	0,56	0,59	0,66	0,64	0,67	0,68
755	0,26	0,28	0,29	0,33	0,32	0,33	0,34
760	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
765	— 0,26	— 0,28	— 0,29	— 0,33	— 0,32	— 0,33	— 0,34
770	— 0,51	— 0,56	— 0,58	— 0,66	— 0,63	— 0,66	— 0,67
Pt. Éb. (H=760)	156	159	218	265	280	343	353

Section III. — Dilatation

(25) *Coefficients de dilatation linéaire de quelques solides entre 0° et 100°.*

Corps.	Coeffic.	Corps.	Coeffic.
	0,0000		0,0000
Acier fondu recuit.....	1113	Bismuth crist. moy.....	1374
— — — anglais	1110	Bois de sapin en long...	037
— trempé.........	1362	— — en travers.	58
Alliage Pb 2, Sn 1.....	2505	— divers en long....	04 à 06
— Pb 7, Sn 1.....	2806	— — en travers..	32 à 61
— Miroirs télesc. .	1933	Bronze Cu 16, Sn 1....	1908
— Caract. imprim.	2035	— Cu 86,3;Sn 9,7;Zn 4.	1802
— Au 645, Ag 355.	1638	— Cu 8, Sn 1........	1817
— Au 879, Ag 121.	1433	Cadmium.......... ..	3130
— Au 666, Cu 334.	1552	Caoutchouc durci......	80
— Ag 716, Cu 284.	1904	Charbon de sapin.....	1000
Aluminium fondu......	2336	— de chêne........	1200
Anthracite............	1996	— de cornues......	0551
Antimoine crist. moy..	1158	— Houille Charleroi.	2811
Argent fondu.........	1936	Diamant.............	0132

Corps.	Coeffic.	Corps.	Coeffic.
	0,0000		0,0000
Chlorure d'argent fondu	3294	Nickel réduit et comprimé	1286
Cristal en tubes	0757	Or fondu	1451
Ciment romain	1435	Palladium forgé recuit.	1189
Cuivre jaune (laiton)	1879	Phosphore	1425
— — Cu_2, Zn_1	2058	Pierre à bâtir, Saint-Leu	0649
— — Cu_3, Zn_1	2144	— — Vernon-s-Seine	0430
Cuivre rouge des arts	1698	— — calcaire blanc.	0251
Étain	2296	Platine fondu	0916
Fer doux forgé	1220	— iridié à 8 %	0890
— en fil	1440	Plomb fondu	2948
Fonte grise	1075	Sel gemme (0 — 80°)	4039
Glace de — 27 à — 1°	5181	Sélénium fondu	3792
Granit	0868	Soufre	6748
Glace de Saint-Gobain.	0793	Spath fluor (0 — 80°)	1911
Iridium fondu	0693	Terre cuite	0457
Magnésium fondu	2762	Zinc	2976
Marbre de Carare	0849	— martelé	3108
Marbre noir	0445		

(26) *Coefficient de dilatation cubique du mercure*, de 0° à 100°.

Absolu, 1/5550 = 0,00018018o.
Apparent dans le verre, 1/6480 = 0,0001544.

(27) *Coefficient de dilatation cubique du verre*, de 0° à 100°.

Verre	Coeffic.	Verre.	Coeffic.
	0.0000		0,0000
Blanc de soude	2584	Verre ordinaire	2761
— de potasse	2285	Sable 3, plomb 2, alcali 1	2187
— potasse et soude	2547	Cristal ordinaire	2101
vert, tubes	2299	— Saint-Gobain	2673
dur à la potasse	2091	Flint anglais	2435
peu fusible français	2142	— français	2616

(28) *Coefficient de dilatation cubique du verre* (REGNAULT).

Intervalle de tempér.	Cristal de Choisy-le-R.	Verre ordinaire.	Intervalle de tempér.	Cristal de Choisy-le-R.	Verre ordinaire.
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
0° à 50°	227	2687	0° à 200°	231	2908
100	228	2761	250	232	2982
150	230	2835	300	233	3056

(29) *Détermination de la dilatation des liquides.*

On détermine le poids d'un thermomètre calibré vide (π), plein de mercure à zéro jusqu'à la division a près du réservoir ($\pi + P$), plein de mercure à zéro jusqu'à la division b, au haut de la tige ($\pi + P + p$). Soit $n = b - a$ et $D =$ la densité du mercure à zéro. On a $\frac{P}{D} =$ volume du réservoir jusqu'à a à zéro, $\frac{p}{nD} =$ volume d'une division à zéro ; il est donc facile de connaître le volume à zéro d'une portion quelconque de l'instrument. Une certaine quantité de mercure occupant à zéro le volume v, occupe à $t°$ un volume calculé $v(1 + Kt)$; il atteint alors la division x, qui à zéro correspond au volume v'. On a $v(1 + Kt) = v'(1 + \delta_t)$, δ_t étant la dilatation du verre de l'instrument de zéro à $t°$: on connaît donc δ_t. Répétant l'expérience avec le liquide à zéro et à $t°$, on a $V'(1 + \delta_t) = V(1 + X_t)$, X_t étant la dilatation du liquide de zéro à $t°$.

(30) *Coefficients de dilatation de quelques liquides.*

P : Isidore Pierre. Formule : $V = 1 + at + bt^2 + ct^3$. K : H. Kopp.

	a 0,00	b 0,00000	c 0,0000000	
Acétone	+13481	+ 26090	+ 105683	K
Acide azotique D : 1,40	11	»	»	
— chlorhydrique D : 1,24	06	»	»	
— sulfurique D : 1,85	06	»	»	
— formique	09927	062514	05965	K
— acétique	1057	01832	09644	K
— propionique	11003	02182	0698	K
— butyrique	10461	+ 05624	0542	K
— valérique	10476	— 0240	08247	K
— acétique anhydre	1053	+ 18389	007917	K
Alcool méthylique	1134	13635	08741	K
— éthylique	10414	+ 07836	1762	K
— amylique	09724	— 08565	2022	K
— benzylique	07873	+ 0513	02725	K
Aldéhyde	15464	69745	»	K
Aniline	08173	09191	00628	K
Benzine	11763	+ 12776	08065	K
Brome	10382	— 11714	0545	P
Bromure (tri) de phosphore	08472	+ 04367	02523	P
— (bi) d'éthylène (1)	09527	13165	+ 01067	P
Chloroforme	1107	+ 46647	— 174432	P
Chlorure (per) de carbone	11838	— 08988	+ 13513	P
— (bi) —	10026	— 03728	15934	P
— (per) d'étain	11328	+ 09117	07579	P

(1) $t =$ la température centigrade — 20°.

	a 0,00	b 0,00000	c 0,0000000	
Chlorure (bi) d'éthylène....	11189	+ 104686	10341	P
— (bi) d'éthylidène..	12907	— 01183	2134	P
— (tri) de phosphore.	11286	+ 08729	0,000017923	P
Essence de térébenthine.....	07	»	»	
Éther......................	14803	+ 35032	+ 27	K
Éther amylchlorhydrique ...	11715	— 05008	+ 13537	P
— éthyl-acétique........	12738	+ 21914	11797	K
— — benzoïque......	093094	— 006343	050	K
— — bromhydrique,.	13376	+ 15014	169	P
— — carbonique	11711	0526	0985	K
— — iodhydrique ...	114225	19638	0621	P
— — oxalique.......	10688	08417	0473	K
— méthyl-iodhydrique...	119959	216332	1005	P
Huile d'olive...............	00798	— 07726	08274	
Naphthaline (1)...........	0747	18095	»	K
Nitrobenzine	08263	05225	+ 01378	K
Pétroles (moyenne)........	07 à 1	»	»	
Phénol....................	06744	1721	— 05041	K
Solut. saturée de sel marin..	05	»	»	
Sulfure de carbone........	11398	137065	+ 19122	P

Pour la dilatation de l'eau, voyez (69).

(31) *Coefficient de dilatation de quelques gaz entre 0° et 100°.*

Gaz.	Volume constant.	Pression constante.	Gaz.	Volume constant.	Pression constante.
Air atmosphérique.	0,3665	0,3670	Acide carbonique.	0,3688	0,3710
Hydrogène	0,3667	0,3661	Protoxyde d'azote.	0,3676	0,3719
Azote............	0,3668	0,3670	Acide sulfureux...	0,3845	0,3903
Oxyde de carbone..	0,3667	0,3669	Cyanogène	0,3829	0,3877

Section IV. — Barométrie.

Réduction des hauteurs barométriques à zéro.

(32) FORMULE EXACTE.

$$h = H \frac{5550}{5550 + t}(1 + kt)$$

h hauteur réduite.
H hauteur observ. (corrig. de la capillarité 36)
t Température de l'expérience.
k Coefficient de dilatation linéaire de l'échelle.

(1) t = la température centigrade — 79°,2.

(33) SOLUTION APPROCHÉE.

Hauteur à retrancher de la hauteur observée avec un baromètre gradué sur verre pour la réduire à zéro.
(Correction additive pour les degrés négatifs.) (BUNSEN.)

H : hauteur observée. α : hauteur à retrancher pour *t* degrés.

H =	700	705	710	715	720	725	730	735	740
t = 1	α = 0,120	0,121	0,121	0,122	0,123	0,124	0,125	0,126	0,127
2	0,240	0,241	0,243	0,245	0,246	0,248	0,250	0,252	0,254
3	0,359	0,362	0,364	0,367	0,370	0,372	0,375	0,377	0,380
4	0,479	0,483	0,486	0,489	0,493	0,496	0,500	0,503	0,506
5	0,599	0,603	0,607	0,612	0,616	0,620	0,625	0,629	0,633
6	0,719	0,724	0,729	0,734	0,739	0,744	0,749	0,755	0,760
7	0,838	0,844	0,850	0,856	0,862	0,868	0,874	0,880	0,886
8	0,958	0,965	0,972	0,979	0,986	0,992	0,999	1,006	1,013
9	1,078	1,086	1,093	1,101	1,109	1,116	1,124	1,132	1,140
10	1,198	1,206	1,215	1,223	1,232	1,240	1,249	1,258	1,266

H =	745	750	755	760	765	770	775	780
t = 1	α = 0,127	0,128	0,129	0,130	0,131	0,132	0,133	0,133
2	0,255	0,257	0,258	0,260	0,262	0,263	0,265	0,267
3	0,382	0,385	0,388	0,390	0,393	0,395	0,398	0,400
4	0,510	0,513	0,517	0,520	0,524	0,527	0,530	0,534
5	0,637	0,642	0,646	0,650	0,654	0,659	0.663	0,667
6	0,765	0,770	0,775	0,780	0,785	0,790	0,796	0,801
7	0,892	0,898	0,904	0,910	0,916	0,922	0,928	0,934
8	1,020	1,027	1,033	1,040	1,047	1,054	1,061	1,068
9	1,147	1,155	1,163	1,170	1,178	1,186	1,193	1,201
10	1,275	1,283	1,292	1,300	1,309	1,137	1,326	1,335

(34) *Hauteur à retrancher de la hauteur observée avec un baromètre gradué sur laiton, pour la réduire à zéro.*
(Correction additive pour les degrés négatifs.) (DELCROS.)

H : hauteur observee. α : hauteur a retrancher pour *t* degrés.

H =	700	705	710	715	720	725	730	735	740
t = 1	α = 0,1130	0,1138	0,1146	0,1154	0,1162	0,1170	0,1178	0,1186	0,1194
2	0,226	0,228	0,229	0,231	0,232	0,234	0,236	0,237	0,239
3	0,339	0,341	0,344	0,346	0,349	0,351	0,353	0,356	0,358
4	0,452	0,455	0,458	0,462	0,465	0,468	0,471	0,474	0,478
5	0,565	0,569	0,573	0,577	0,581	0,585	0,589	0,593	0,597
6	0,678	0,683	0,688	0,692	0,697	0,702	0,707	0,712	0,716
7	0,791	0,797	0,802	0,808	0,813	0,819	0,825	0,830	0,836
8	0,904	0,910	0,917	0,923	0,930	0,936	0,942	0,949	0,955
9	1,017	1,024	1,031	1,039	1,046	1,053	1,060	1,067	1,075

...

H =	745	750	755	760	765	770	775	780
t = 1	α=0,1202	0,1210	0.1218	0,1227	0,1235	0,1243	0,1251	0,1259
2	0,240	0,242	0,244	0,245	0,247	0,249	0,250	0,252
3	0,361	0,363	0,365	0,368	0,370	0,373	0,375	0,378
4	0,481	0,484	0,487	0,491	0,494	0,497	0,500	0,504
5	0,601	0,605	0,609	0,613	0,617	0,621	0,625	0,629
6	0,721	0,726	0,731	0,736	0,741	0,746	0,751	0,755
7	0,841	0,847	0,853	0,859	0,864	0,870	0.876	0,881
8	0,962	0,968	0,974	0,982	0,988	0,994	1,001	1,007
9	1,082	1,089	1,096	1,104	1,111	1,119	0,126	1,133

Soit pour un baromètre gradué sur verre, H = 759^{mm} à 23°; on a dans la colonne 760 :

Pour 20°...... 2,600
30°...... 0.390

La somme..... 2,990

retranchée de 759 donne pour H la hauteur réduite 756,01.

(35) *Hauteur à retrancher de la colonne de mercure lue dans un tube gradué sur verre pour la réduire à zéro.*

H.	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°
mm									
100	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,35	0,38	0,42	0,45
150	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,52	0,57	0,62	0,67
200	0,35	0,42	0,48	0,55	0,62	0,69	0,76	0,83	0,90
250	0,43	0,52	0,61	0,69	0,78	0,87	0,95	1,04	1,12
300	0,52	0,62	0,73	0,83	0,93	1,04	1,14	1,25	1,35
350	0,61	0,73	0,85	0,97	1,09	1,21	1,33	1,45	1,57
400	0,69	0,83	0,97	1,11	1,25	1,38	1,52	1,66	1,80
450	0,78	0,93	1,09	1,25	1,40	1,56	1,71	1,87	2,02
500	0,87	1,04	1,12	1,30	1,56	1,73	1,90	2,08	2,25
550	0,95	1,14	1,33	1,52	1,71	1,90	2,09	2,28	2,47
600	1,04	1,25	1,45	1,66	1,87	2,08	2,28	2,49	2,70
650	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	2,47	2,70	2,92
700	1,21	1,45	1,70	1,94	2,18	2,42	2,66	2,91	3,03
750	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60	2,85	3,11	3,37
800	1,38	1,66	1,94	2,21	2,49	2,77	3,05	3,32	3,60
850	1,47	1,76	2,06	2,35	2,65	2,94	3,24	3,53	3,82
900	1,56	1,87	2,18	2,49	2,80	3,11	3,43	3,74	4,05
1000	1,64	1,97	2,30	2,63	2,96	3,29	3,62	3,94	4,27

(36) *Hauteur à ajouter à la hauteur barométrique observée pour la corriger de l'action capillaire* (Delcros).

R = Rayon du tube en millimètres.
F = Flèche ou hauteur du ménisque en millimètres.
α = Correction en millimètres.

R	F=0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
2	α0,60	0,89	1,16	1,41	1,65	1,86	2,05	2,21	2,35	....	....	....	....	....	....
2,2	0,49	0,72	0,95	1,16	1,36	1,54	1,71	1,83	1,98	2,09	....	....	....	....	....
2,4	0,40	0,60	0,79	0,97	1,14	1,29	1,44	1,57	1,68	1,78	1,87	....	....	....	....
2,6	0,34	0,50	0,66	0,81	0,96	1,09	1,22	1,33	1,44	1,53	1,61	1,68	....	....	....
2,8	0,29	0,43	0,56	0,69	0,82	0,93	1,04	1,14	1,24	1,32	1,39	1,46	1,51	....	....
3	0,24	0,36	0,48	0,59	0,70	0,80	0,90	0,99	1,07	1,14	1,21	1,27	1,32	1,37	....
3,2	0,21	0,31	0,41	0,51	0,60	0,69	0,78	0,86	0,93	1,00	1,06	1,11	1,16	1,20	1,24
3,4	0,18	0,27	0,36	0,44	0,52	0,60	0,68	0,75	0,81	0,87	0,93	0,98	1,02	1,06	1,10
3.6	0,16	0,23	0,31	0,38	0,46	0,52	0,59	0,65	0,71	0,76	0,81	0,86	0,90	0,94	0,97
3,8	0,14	0,21	0,27	0,34	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,80	0,83	0,86
4	0,12	0,18	0,24	0,30	0,35	0,40	0,46	0,50	0,55	0,59	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77
4,2	0,11	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,40	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,63	0,66	0,68
4,4	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27	0,32	0,36	0,40	0,45	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,61
4,6	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45	0,47	0,50	0,52	0,54
4,8	0,07	0,11	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49
5	0,07	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,44
5,2	0,06	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39
5.4	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35
5,6	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32
5,8	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28
6	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25

(37) — *Relation entre la hauteur barométrique et l'altitude.*

Soit h la hauteur du baromètre à une altitude donnée, H celle qu'on observerait au même instant à une station d'une altitude moindre et située à peu de distance de la première; si la température aux deux stations est t et T on a, sans tenir compte de corrections qui interviennent surtout pour l'évaluation des hauteurs de montagnes situées a une latitude éloignée de 45° et en appelant D la différence des altitudes en mètres

$$D = 18336^{m} \log \frac{H}{h} \left(1 + \frac{2\,(t + T)}{1000}\right),$$

d'où, si la station inférieure est au niveau de la mer et si l'on suppose la température invariable, on obtiendra la hauteur réduite au niveau de la mer par la formule

$$\log H = \log h + \frac{D}{18336 \times \left(1 + \frac{4\,t}{1000}\right)}.$$

Aux environs de 760^{mm}, une variation de 1 millimètre dans la pression correspond à une différence de $10^{m},5$ dans l'altitude.

Section V. — Tensions de vapeur.

(38) *Tension de la vapeur de mercure* (Regnault).

Degr.	Millim.	Degr.	Millim.	Degr.	Millim.	Degr.	Millim.
0	0,02	170	8,091	290	194,46	410	1864
»	»	180	11,000	300	242,15	420	2178
50	0,113	190	14,84	310	299,69	430	2533
»	»	200	19,90	320	368,73	440	2934
90	0,514	210	26,35	330	450,91	450	3384,35
100	0,746	220	34,70	340	548,35	460	3888
110	1,073	230	45,35	350	663,18	470	4450
120	1,534	240	58,82	360	797,74	480	5062
130	2,175	250	75,75	370	954,65	490	5761
140	3,059	260	96,73	380	1139,65	500	6520,25
150	4,266	270	123,01	390	1346,71	510	7354
160	5,900	280	155,17	400	1587,96	520	8265

(39) *Tension de la vapeur d'eau en millimètres de mercure de 15 à 101°* (BROCH) *et de 101 à 230°* (REGNAULT).

Temp.	Tension.	Temp.	Tension	Temp.	Tension.	Temp.	Tension.	Atmosph.
— 15	1,44	36	44,1	79	340	100,0	760	1
10	2,15	37	46,7	80	354	100,1	762,7	
5	3,16	38	49,2	81	369	100.2	765,5	
4	3,40	39	52,0	82	385	100,3	768,2	
3	3,67	40	54,9	83	400	100,4	771,0	
2	3,95	41	57,9	84	416	100,5	773,7	
— 1	4,25	42	61,0	85	433	100,6	776,5	
0	4,57	43	64,3	86	450	100,7	779,3	
+ 1	4,91	44	67,7	87	468	100,8	782,1	
2	5,27	45	71,4	88	487	100,9	784,9	
3	5,66	46	75,1	89	506	101	787,7	
4	6,07	47	79,1	90	525			
5	6,51	48	83,2	90,5	535	102	816	
6	6,97	49	87,5	91	546	103	845	
7	7,47	50	92,0	91,5	556	104	875	
8	8,0	51	96,7	92	567	105	906	1,20
9	8,5	52	101,5	92,5	577	106	938	
10	9.1	53	106,7	93	588	108	1004	
11	9,8	54	112,0	93,5	599	110	1075	1,40
12	10,4	55	117,5	94	611	115	1269	1,66
13	11,1	56	123,3	94,5	622	120	1491	1,96
14	11,9	57	129,3	95	634	125	1744	2,30
15	12,7	58	135,6	95,5	645	130	2030	2,67
16	13,5	59	142,1	96	657	135	2354	3,10
17	14,4	60	148,9	96,5	669	140	2718	3,57
18	15,3	61	156,0	97	682	145	3125	4,1
19	16,3	62	163,3	97,5	694	150	3581	4,7
20	17,4	63	170,9	98	707	155	4088	5,3
21	18,5	64	178,9	98,5	720,0	160	4652	6,1
22	19,6	65	187,1	98,6	722,6	165	5274	6,9
23	20,8	66	195,7	98,7	725,3	170	5962	7,8
24	22,1	67	205	98,8	727,9	175	6717	8,8
25	23,5	68	214	98,9	730,5	180	7546	9,9
26	25	69	223	99,0	733,2	185	8644	11,1
27	26,5	70	233	99,1	735,8	190	9443	12,4
28	28,1	71	244	99,2	738,5	195	10520	13,9
29	29,7	72	254	99,3	741,1	200	11689	15,4
30	31,5	73	265	99.4	743,8	205	12956	17,5
31	33,4	74	277	99,5	746,5	210	14325	18.8
32	35,3	75	289	99,6	749,2	215	15801	20,8
33	37,4	76	301	99,7	751,9	220	17390	22,9
34	39,5	77	314	99,8	754,6	225	19097	25,3
35	41,8	78	327	99,9	757,3	230	20926	27,5

Atm...	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20	25
Temp..	120,6	133,9	144,0	152,2	159,2	165,3	170,8	180,3	199	213	225

(40) *Tension de vapeur de divers corps en millimètres de mercure.*

Naphtaline.				Benzophénone.				Soufre.	
°		°		°		°		°	mm
215,8	722,0	217,2	745,4	303,7	723,9	305,1	744,7	390	272
9	723,7	3	747,1	8	724,8	2	746,2	400	329
216,0	725,3	4	748,8	9	726,3	3	747,8	410	395
1	727,0	5	750,5	304,0	727,8	4	749,4	420	472
2	728,4	6	752,2	1	729,3	5	750,9	430	561
3	730,3	7	753,9	2	730,9	6	752,5	440	663
4	732,0	8	755,3	3	732,4	7	754,0	444	708
5	733,6	9	757,0	4	733,9	8	755,6	445	720
6	735,3	218,0	760,7	5	735,4	9	757,2	446	731
7	737,0	1	762,5	6	737,0	306,0	758,7	447	743
8	738,7	2	764,2	7	738,5	1	760,3	448	755
9	740,3	3	765,9	8	740,1	2	761,9	449	767
217,0	742,0	4	767,3	9	741,6	3	763,5	450	779
217,1	743,7			305	743,4	4	765,1	460	913

(41) *Température critique.*

C'est le degré de température auquel le gaz ne peut se liquéfier sous aucune pression; c'est aussi son point d'ébullition absolu.

Gaz ou vapeur.	Temp. crit.	Press. en atm.	Gaz ou vapeur.	Temp. crit.	Press. en atm.
Acétate d'éthyle.	239,8	42,6	Chloroforme....	260	54,9
— de méthyle.	229,8	57,6	Chlorure de carb. (per).	277,9	58,1
Acétone........	232,8	52,2	— d'éthyle.	182,6	52,6
Acétylène......	37,05		Eau............	423	
Acide carbonique	32,0	77,0	Ether.	195,5	40
— chlorhydr..	51,25		Ethylène.......	92	58
— sulfureux..	155,4	78,9	Formiate d'éthyl.	230,0	48,7
Air...........	—158	14,5	Hydrogène......	—174,2	98,9
Alcool.........	234,3	64,5	— silicié..	— 0,5	160
Azote..........	—123,8	42,1	Méthane........	— 75,7	46,8
Benzine........	291,5	90,5	Oxygène.......	—105,4	48,7
Chlore........	148		Sulfure de carbone.	273	77,9

(42) *Liquéfaction des gaz.*

M. Cailletet à l'aide d'une pression extrêmement forte transmise par une colonne mercurielle a transformé en liquides le *bioxyde d'azote*, l'*acétylène* et l'*hydrure d'éthyle*. La tension du bioxyde d'azote liquide à — 11° est de 104 atm. Celle de l'acétylène à + 1° de 48 atm., à + 10° de 63 atm, à + 18° de 83 atm., à + 31° de 103 atm., celle de l'hydrure d'éthyle à + 4° de 46 atm. Les autres gaz réputés permanents,

oxygène, *oxyde de carbone*, *gaz des marais*, *azote*, *hydrogène*, soumis à une pression de 150 à 300 atm. ne se sont pas liquéfiés; mais lorsqu'on a fait cesser subitement la compression, le froid produit par la détente a déterminé la formation d'un brouillard, c'est-à-dire la liquéfaction d'une portion du gaz en gouttelettes.

M. Raoul Pictet, en se servant du froid produit par l'évaporation de l'acide sulfureux liquide dans le vide, a pu condenser l'acide carbonique et le protoxyde d'azote en grandes masses et sans atteindre de pressions excessives; en faisant volatiliser à leur tour ces gaz liquéfiés dans le vide, il a réussi à atteindre une température qu'il a évaluée à — 130° et 140°. Soumis à ce froid, l'*oxygène* produit par la décomposition du chlorate de potasse en vase clos s'est liquéfié sous l'effort de sa propre pression.

L'*éthylène* liquéfié par M. Cailletet bout à — 105°; son ébullition dans le vide permet d'atteindre — 136° du thermomètre à hydrogène, température où l'oxygène se liquéfie en masse sous 22 atmosphères. Il bout à — 184 sous 0,76 pression. L'azote et l'oxyde de carbone liquéfiés de même bouillent à — 194 (Cailletet, Wroblewski).

(43) ***Tension de vapeur de quelques gaz liquéfiés, en centimètres de mercure*** (Regnault).

Températ.	Acide sulfureux.	Oxyde de méthyle.	Chlorure de méthyle.	Ammoniaque.	Hydrogène sulfuré.	Acide carbonique.	Protoxyde d'azote.	Cyanogène.
— 30	28,7	57,6	58	86	....	....	....	...
— 25	37,4	71,6	72	110	375	1300	1570	...
— 20	48	88	88	140	444	1515	1760	79
— 15	60,8	108	108	174	520	1760	1970	111
— 10	76,3	131	131	215	608	2035	2200	140
— 5	94,7	157	158	262	707	2345	2460	174
0	116,5	188	189	318	821	2700	2740	204
5	142	223	225	383	950	3070	3060	240
10	180	263	267	457	1090	3500	3420	290
15	206,5	308	313	542	1250	3965	3780	335
20	246	359	367	639	1415	4470	4200	380
25	292	415	427	748	1600	5020	4670	...
30	343	478	494	870	1800	5640	5170	...
35	402	.....	570	1007	2020	6245	5730	...
40	467	.....	...	1160	2260	6920	6340	...
45	540	.....	...	1330	2500	7332	....	...
50	622	.....	...	1516	2780	....	....	...
55	742	.....	...	1722	3070	....	....	...
60	812	.....	...	1950	3375	....	....	...
Point d'ébullition sous 76 cent.	—10,08	—23,65	—23,73	—38,5	—61,8	—78,2	—87,9	—20,7

(44) *Tension de vapeur de différents liquides en centimètres de mercure* (REGNAULT).

Températ.	Alcool.	Alcool méthylique.	Éther.	Sulfure de carbone.	Essence de térébenthine.	Chloroforme.	Benzine.	Tétrachlorure de carbone.	Chlorure d'éthyle.	Bromure d'éthyle.	Iodure d'éthyle.	Acétone.	Bromure d'éthylène.	Trichlorure de phosphore.	Chlorure de cyanogène.
— 30	.....	0,3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11	3,2	....	.....	.....	.....	6,8
— 20	0,34	0,6	6,9	4,7	.....	.....	0,58	0,98	18,8	5,9	....	.....	0,17	.....	14,8
— 10	0,64	1,35	11,5	7,9	.....	.....	1,3	1,85	30,2	10,1	....	.....	0,25	.....	27,0
0	1,27	2,7	18,4	12,8	0,2	.....	2,5	3,3	46,5	16,5	4,2	.....	0,4	3,8	44,4
10	2,42	5	28,7	19,9	0,3	.....	4,5	5,6	69,1	25,7	6,9	.....	0,65	6,3	68,2
20	4,45	8,9	42,3	29,8	0,45	16	7,6	9,1	99,6	38,7	11	18	1,1	10	100,2
30	7,85	15	63,5	43,5	0,69	24,7	12	14,2	139,9	56,5	16,9	28	1,7	15,5	142,7
40	13,4	24,4	90,7	61,7	1,1	37	18,4	21,5	162	80,2	25,2	42	2,7	23,4	198,8
50	22	38,2	126,5	85,7	1,7	53,5	27,1	31,5	257,9	111,3	36,4	60,3	4,3	34,1	272
60	35	58	172,5	116,4	2,7	75,5	39	44,8	340	151,2	51,2	86	6,6	48,6	366,4
70	54,1	85,7	230,5	155	4,1	104,2	54,7	62,1	440,5	201,5	.....	118,9	9,8	67,4	487,4
80	81,3	124	302,3	203	6,1	140,7	75,2	84,3	561,4	263,9	.....	161,1	14,4	.....	.....
90	118,9	174	390	262	9,1	186,5	101,3	112,2	704,7	339,9	.....	214,2	20,7	.....	.....
100	169,7	240	495	332	13,1	243	134	146,7	872,3	431,2	.....	279,7	29	.....	.....
110	236,8	326	621	416	18,6	311	171,5	188,7	.....	539,4	.....	359,4	40	.....	.....
120	323,2	434	772	515	25,7	393	223,5	239,4	.....	665,8	.....	454,7	54,5	.....	.....
130	423,3	570	.....	630	34,9	488	282,5	299,7	.....	811,6	.....	567	72,6	.....	.....
140	567,5	734	.....	760	46,4	600	352	371	.....	978	.....	697,5	95	.....	.....
150	731,8	937	....	910	60,5	728	433	454,3	.....	.....	.....	.....	123	.....	.....
160	.....	.....	.....	.....	77,5	873	527	551,3	.....	.....	.....	.....	157	.....	.....
170	.....	.....	.....	.....	97,5	.....	634	663,4	.....	.....	.....	.....	198	.....	.....
180	.....	.....	.....	.....	121	.....	.....	792,4	.....	.....	.....	.....	246	.....	.....
190	.....	.....	.....	.....	147	.....	.....	939,9	.....	.....	.....	.....	302	.....	.....
200	.....	.....	.....	.....	177	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	367	.....	.....
210	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	444	.....	.....
point d'ébullition à 76 centim.	78°,26	66,78	34,97	46,20	159,2	60,16	80,36	76,5	12,5	38,37	72,2	56,3	131,6	73,8	12,66

Section VI. — Détermination des densités.

(45) *Réduction des pesées au vide.*

Soit m le poids apparent du corps dans l'air ;
a le poids du centimètre cube d'air, à la température et pression actuelles (table 53), en tenant compte de son état hygrométrique ; en moyenne $a = 0,0012$;
s la densité du corps pesé ;
d la densité des poids.

En négligeant de très petites corrections, le poids réel du corps dans le vide est $p = m + ma\left(\frac{1}{s} - \frac{1}{d}\right)$.

Si l'on connaît la densité approchée s, qui peut se déduire d'un premier calcul, et si l'on pèse avec des poids de laiton de densité 8,4, la formule se simplifie et devient $p = m + mk$.

Densité s	k	Densité s	k	Densité. s	k	Densité s	k
	0,00		0,00		0,000		0,0000
0,60	+ 186	0,92	+ 116	1,8	+ 52	10	— 23
0,70	157	0,94	113	1,9	49	11	34
0,72	152	0,96	110	2,0	46	12	43
0,74	148	0,98	108	2,5	34	13	50
0,76	144	1,0	106	3	26	14	57
0,78	140	1,1	095	3,5	20	15	63
0,80	136	1,2	086	4	16	16	68
0,82	132	1,3	078	5	097	17	72
0,84	128	1,4	071	6	057	18	76
0,86	125	1,5	066	7	029	19	80
0,88	122	1,6	061	8	+ 007	20	83
0,90	+ 119	1,7	+ 056	9	— 009	21	86

(46) *Densité des solides.*

Méthode du flacon. — 1° On fait la tare totale du flacon plein d'eau bouillie (ou d'un liquide de densité connue) et du corps dont on cherche la densité.

2° On enlève le corps et on le remplace par les poids p.

3° On plonge le corps dans le flacon, on l'expose dans le vide pour chasser les bulles d'air, on essuie bien, on affleure exactement au trait et on remet le tout sur la balance : il faut maintenant remplacer les poids p par les poids p'.

Soit d la densité de l'eau ou du liquide à la température t^0, a le poids du centimètre cube d'air dans les conditions de l'expérience

(table 53), la densité du corps est $D = \frac{p}{p'} d_t - \frac{p - p'}{p'} a$. (Ce second terme est souvent négligé.)

La densité d'un liquide à t^0 est connue quand on connaît sa densité à 0^0 et son coefficient de dilatation k : $d_t = \frac{d_0}{1 + kt}$.

On peut aussi, dans le cas de l'eau, ramener le poids p au vide (table 45), ramener p' à 0^0 ou 15^0 (table 54), ce qui donne le volume réel v du corps à 0^0 ou 15^0 (son coefficient de dilatation étant le plus souvent négligeable), et alors on a $D = \frac{p}{v}$.

Par la balance hydrostatique. — Les formules sont les mêmes; p reste le poids du corps dans l'air et p' devient la perte de poids dans l'eau ou le liquide employé.

Par le voluménomètre. — Soit V le volume du récipient, v celui de la boule, H la pression barométrique, h la diminution de pression quand on augmente la capacité V de celle v en faisant écouler du mercure. Le volume x du corps est $V - v \frac{H - h}{h}$ et sa densité $\frac{P}{x}$.

Si on opère par compression, h devient la pression additionnelle et on a $x = V - v \frac{H}{h}$.

Dans ce dernier cas, on peut aussi opérer en faisant une expérience à blanc, le récipient étant vide. Soit h' la nouvelle pression additionnelle, nécessairement plus faible que h : $x = V - \frac{Vh'}{h}$.

Le voluménomètre ne s'applique pas aux corps poreux qui ont la propriété de condenser les gaz (par exemple, le charbon) ; on s'en aperçoit lorsque les expériences par compression et par diminution de pression conduisent à des chiffres différents, ou que la pression ne reste pas constante après quelques minutes.

(47) *Densité des liquides.*

Méthode du flacon. — Soit p le poids du flacon vide et bien sec ; on remplit celui-ci d'eau à la température de 0^0 ; on le pèse (avec des poids de laiton), et de la différence avec la première pesée, qui est le poids apparent de l'eau, on calcule à l'aide de la table 45 le poids réel de l'eau à 0^0 contenue dans le flacon ; ce nombre de grammes multiplié par 0,999871 donne la capacité réelle du flacon à 0^0 en cent. cubes. Il est facile d'en déduire la capacité du flacon à la température t^0, connaissant le coefficient de dilatation cubique du verre = 0,000025 ou du cristal = 0,000023 (28). La table 54 dispense d'une partie de ces calculs; il suffit de multiplier la différence entre les poids du flacon plein d'eau et vide par le facteur R ou R' pour avoir la capacité du flacon, en admettant pour le vase en verre le coefficient de dilatation cubique 0,000025.

On remplit alors le flacon du liquide en expérience à t^0. Soit p' le poids observé ; $p'-p$ est le poids apparent du liquide. En divisant ce nombre par le volume du flacon, on calcule la densité approchée, qui sert à ramener la valeur $p'-p$ au vide (table 45), et ce poids corrigé, divisé par le volume du flacon à la temperature de l'observation, donne la densité vraie.

Méthode du flotteur. — On pèse le flotteur dans l'air, puis dans l'eau. Soit m le poids apparent du flotteur dans l'air, u la perte de poids apparente dans l'eau ; on calculera le volume réel du flotteur exactement comme on calcule la capacité du flacon, en prenant u, perte de poids dans l'eau à t^0, à la place du poids apparent de l'eau contenue dans le flacon ; on notera une fois pour toutes le poids, dans le vide, du flotteur, soit p, et son volume v à 0°, ce qui permet de connaître son volume à t^0.

Soit alors p' son poids dans un liquide quelconque, la densité de ce liquide sera $\frac{p-p'}{v}$, à la température de l'observation.

Il y a avantage à avoir, comme dans la balance Mohr-Westphal ou Dalican, des flotteurs dont la boule renferme un réservoir thermométrique et d'un volume de 10 ou 100 cc. à 15°, avec des cavaliers dont le poids est en rapport décimal avec le poids d'eau déplacé par le flotteur.

(48) *Densités des vapeurs par la méthode de Gay-Lussac.*

1° On pèse dans une ampoule ou un très petit flacon quelques décigrammes de matière (Pgr).

2° On chauffe le bain d'huile jusqu'à T° en agitant constamment, et on lit à cette température le volume V de la vapeur dans l'éprouvette.

3° On mesure la hauteur de la colonne de mercure h depuis le niveau extérieur dans la marmite jusqu'au sommet du ménisque dans l'éprouvette.

4° On lit la hauteur du baromètre, on la réduit à zéro et on en retranche la tension de la vapeur de mercure à T° : on a ainsi la hauteur H. (Voir table 38.)

K = coefficient de dilatation cubique du verre. (Voir tables 28 et 55.)

$$A=\frac{V(1+KT)\,0{,}00129349\left[H-h\frac{5550}{5550+T}\right]}{(1+0{,}00367.T)\,760} = \text{poids d'un volume}$$

d'air égal à celui de la vapeur dans les mêmes circonstances. (Voyez pour le calcul les tables 56 et 58.). Le poids du litre d'air 0,0012932 donné par Regnault a été corrigé par Crafts et porté à 0,00129349.

D = P/A = densité, ou poids spécifique par rapport à l'air.

$$\log 760 = 2{,}8808136$$
$$\log 0{,}001293187 = \bar{3}{,}1116613$$
$$\log 0{,}00129349 = \bar{3}{,}1117631$$

(49) *Densités des vapeurs par la méthode d'Hofmann.*

Même formule que pour la méthode de Gay-Lussac. On réduit la hauteur h à zéro, en supposant que le mercure possède la température de la vapeur T dans la partie située dans le manchon, et la température de la cuve t dans la partie qui est en dehors.

(50) *Densités des vapeurs par la méthode Dumas.*

1° On tare le ballon plein d'air sec à la température t^0 et à la pression (réduite à zéro) H.

2° On introduit le liquide dans le ballon, on le chauffe et on le ferme à T^0 (degrés du thermomètre à air, table 21), en fondant le col le plus près possible de la surface de l'huile. On l'essuie tiède et on pèse froid. On détermine ainsi l'excès de poids du ballon plein de vapeur sur celui du ballon plein d'air, c'est-à-dire P^{gr} à la pression (réduite à zéro) H'.

3° On remplit le ballon de mercure et l'on mesure ce mercure dans une éprouvette graduée supposée jaugée à zéro; on a ainsi le volume du ballon à zéro. V cent. cubes.

Soit K = coefficient de dilatation cubique du verre (28 et 55).

$p = \frac{V(1+Kt)\,0{,}0012935.H}{(1+0{,}00367.t)760}$ = poids de l'air sec contenu dans le ballon. (Voyez pour le calcul 56 et 58.)

$B = p + P$ = poids de la vapeur seule (si P est négatif, il se retranche).

$A = \frac{V(1+KT)\,0{,}0012935.H'}{(1+0{,}00367.T)\,760}$ = poids d'un volume d'air égal à celui de la vapeur dans les mêmes circonstances. (Voyez pour le calcul 56 et 58.)

$D = \frac{B}{A}$ = densité, ou poids spécifique par rapport à l'air.

Si l'on a constaté l'existence d'une bulle d'air occupant V cent. cubes à t'' et à la pression H'', son poids sera donné par la formule

$\pi = \frac{V.0{,}0012935.H''}{(1+0{,}00367.t'')\,760}$, et la densité deviendra $D = \frac{B-\pi}{A-\pi}$.

(Voyez 48, les log 760, 0,0012932, 0,00129349.)

(51) *Méthode de V. et C. Meyer.*

Si l'air déplacé est mesuré sur l'eau, en égalisant les niveaux, on a la formule

$$D = \frac{P.760 (1 + 0{,}003665.t)}{(H - h) V.0{,}001293},$$

dans laquelle P est le poids de la substance, t la température ambiante, H la pression barométrique, h la tension de la vapeur d'eau à t^0 et V le volume d'air mesuré.

NOTA. — *Densités théoriques des vapeurs.* — Soit d la densité par rapport à l'air, $d \times 14{,}39$ sera la densité par rapport à l'hydrogène et $d \times 28{,}78$ le poids moléculaire, la molécule occupant le même espace que 2 atomes d'hydrogène.

On peut calculer directement les densités des vapeurs par rapport l'hydrogène, en substituant dans la formule de A des tables 48 et 50 au poids du cent. cube d'air, celui de l'hydrogène 0,0000898 (log $\bar{5}$,9536631), et au coefficient de dilatation de l'air, 0,00367, celui de l'hydrogène 0,00366. S'il reste une bulle d'air (50), on aura

$$D = \frac{B - \pi}{A' - \frac{1}{14{,}39}\pi}.$$

(52) *Densités des gaz.*

Méthode Chancel. — Le ballon est jaugé à l'eau, puis pesé vide, soit p son poids. On calcule une fois pour toutes le volume v de l'air qu'il renferme (table 54), et le bouchon, une fois graissé ou vaseliné, n'est plus dérangé. Il est bon de faire la tare avec un ballon de même volume extérieur. — Par la tubulure du col on fait arriver le gaz lavé et bien desséché et au robinet on adapte un tube en verre assez long dans lequel est un thermomètre sensible ; pour les gaz plus légers que l'air, on retourne l'appareil le bouchon en bas. Quand on juge que l'air est déplacé, on tourne le bouchon, on lit le baromètre H et le thermomètre t; on ferme le robinet et on note le poids p' du ballon. La différence $p' - p$ est ajoutée au poids de l'air contenu dans le ballon, calculé aux mêmes température et pression (table 53); si $p > p'$, on retranche du poids de l'air la différence $p - p'$. Soit P le nombre obtenu : la densité du gaz est égale à $\frac{P.(1 + \alpha t).760}{v.H.0{,}0012935}$. Pour $1 + \alpha t$, voyez table 56.

Valeur du log $\frac{0{,}0012935}{760(1 + \alpha t)}$ inverse, à retrancher, voyez table 58.

Méthode Bunsen. — On remplit l'éprouvette d'air, on l'enfonce dans le mercure jusqu'au trait circulaire qu'on vise avec une lunette ; on ouvre le robinet et on note le temps t écoulé entre le passage des deux repères noirs. On enlève l'ajutage, on remplit la cloche de gaz, on remet en place et on note le temps t'; on prend les moyennes de deux ou trois observations. La densité du gaz $= \frac{t'^2}{t^2}$.

(53) ***Poids d'un litre d'air et d'acide carbonique secs en grammes à différentes températures et pressions, d'après Regnault.***

t^0	Air = 1gr,					Acide carbonique = 1gr,			
	73	74	75	76	77	74	75	76	77
10	,198	,215	,231	,248	,264	,8244	,8493	,8743	,8993
11	194	211	227	243	260	8164	8413	8662	8910
12	190	206	223	239	255	8084	8331	8579	8827
13	186	202	218	235	251	8004	8251	8498	8745
14	182	198	214	230	246	7923	8170	8417	8663
15	178	194	210	226	242	7841	8086	8331	8577
16	174	190	206	222	238	7759	8003	8248	8492
17	169	185	201	218	234	7676	7919	8162	8406
18	165	181	197	213	229	7592	7835	8078	8321
19	161	177	193	209	225	7508	7750	7992	8234
20	157	173	189	205	221	7423	7665	7906	8147
21	154	169	185	201	217	7338	7530	7818	8059
22	150	165	181	197	213	7251	7443	7730	7970
23	146	161	177	193	209	7164	7355	7641	7880
24	142	158	173	189	204	7075	7265	7551	7789
25	138	154	169	185	200	6985	7175	7460	7697

(54) *Capacité des vases de verre* (LANDOLT et BORNSTEIN).

Soit P le poids de mercure ou d'eau contenu dans un vase de verre à t^0, pesé à 760mm avec des poids en laiton. On aura le volume V en cc., à la température t^0 de l'observation, par la formule $V = PR$, et ce volume ramené à 0°, à 15° ou à 20° par la formule $V' = PR'$.

t^0	Vases jaugés au mercure.				Vases jaugés à l'eau.			
	R	R' à 0°	R' à 15°	R' à 20°	R	R' à 0°	R' à 15°	R' à 20°
	0,073	0,073	0,073	0.073	1,00	1,00	1,00	1,00
0	(1)5505	5505	5781	5873	(1)126	126	163	176
13	7243	7003	7280	7372	165	133	170	183
14	7376	7118	7395	7487	178	143	181	193
15	7510	7234	7510	7603	192	155	192	205
16	7644	7349	7626	7718	207	167	204	217
17	7778	7464	7741	7833	223	180	218	230
18	7911	7579	7856	7948	240	195	233	245
19	8045	7694	7971	8063	258	211	248	261
20	8179	7809	8086	8179	278	228	266	278
21	8312	7924	8201	8294	299	246	284	296
22	8446	8040	8316	8409	320	265	303	315
23	8579	8155	8432	8524	343	285	322	335
24	8713	8270	8547	8639	366	306	343	356
25	8847	8385	8662	8755	390	327	365	378
26	8980	8500	8777	8870	417	352	390	402

1. Il faut lire 0,0735505 et 1,00126 ; de même pour les autres nombres.

(55) *Multiples du coefficient de dilatation cubique du verre* (Regnault).

	de 0° à 100°		de 0° à 150°		de 0° à 200°		de 0° à 250°		de 0° à 300
1	0,0000276	1	0,0000284	1	0,0000291	1	0,0000298	1	0,0000306
2	0,0000552	2	0,0000568	2	0,0000582	2	0,0000596	2	0,0000612
3	0,0000828	3	0,0000852	3	0,0000873	3	0,0000894	3	0,0000918
4	0,0001104	4	0,0001136	4	0,0001164	4	0,0001192	4	0,0001224
5	0,0001380	5	0,0001420	5	0,0001455	5	0,0001490	5	0,0001530
6	0,0001656	6	0,0001704	6	0,0001746	6	0,0001788	6	0,0001836
7	0,0001932	7	0,0001988	7	0,0002037	7	0,0002086	7	0,0002142
8	0,0002208	8	0,0002272	8	0,0002328	8	0,0002384	8	0,0002448
9	0,0002484	9	0,0002556	9	0,0002619	9	0,0002682	9	0,0002754

(56) *Table des valeurs de* $1 + 0,00367.t$ *et de leurs logarithmes pour la correction des volumes gazeux et le calcul des densités de vapeur.*

t	$1+0,00367.t$	Log.	t	$1+0,00367.t$	Log.
			21	1,07707	0,03224
— 2	0,99268	$\bar{1}$,99681	22	1,08074	0,03372
— 1	0,99634	$\bar{1}$,99841	23	1,08441	0,03519
0	1,00000	0,00000	24	1,08808	0,03666
1	1,00367	0,00159	25	1,09175	0,03812
2	1,00734	0,00318	26	1,09542	0,03958
3	1,01101	0,00476	27	1,09909	0,04103
4	1,01468	0,00633	28	1,10276	0,04248
5	1,01835	0,00790	29	1,10643	0,04392
6	1,02202	0,00946	30	1,11010	0,04536
7	1,02569	0,01102	31	1,11377	0,04679
8	1,02936	0,01257	32	1,11744	0,04822
9	1,03303	0,01411	33	1,12111	0,04965
10	1,03670	0,01565	34	1,12478	0,05107
11	1,04037	0,01719	35	1,12845	0,05248
12	1,04404	0,01872	36	1,13212	0,05389
13	1,04771	0,02024	37	1,13579	0,05530
14	1,05138	0,02176	38	1,13946	0,05670
15	1,05505	0,02327	39	1,14313	0,05810
16	1,05872	0,02478	40	1,14680	0,05949
17	1,06239	0,02628	41	1,15047	0,06088
18	1,06606	0,02778	42	1,15414	0,06226
19	1,06973	0,02927	43	1,15781	0,06364
20	1,07340	0,03076	44	1,16148	0,06501

t	1+0,00367·t	Log.	t	1+0,00367·t	Log.
45	1,16515	0,06638	90	1,33030	0,12395
46	1,16882	0,06775	91	1,33397	0,12515
47	1,17249	0,06911	92	1,33764	0,12634
48	1,17616	0,07049	93	1,34131	0,12753
49	1,17983	0,07182	94	1,34498	0,12872
50	1,18350	0,07317	95	1,34865	0,12990
51	1,18717	0,07451	96	1,35232	0,13108
52	1,19084	0,07585	97	1,35599	0,13226
53	1,19451	0,07719	98	1,35966	0,13343
54	1,19818	0,07852	99	1,36333	0,13460
55	1,20185	0,07985	100	1,36700	0,13577
56	1,20552	0,08117	101	1,37067	0,13693
57	1,20919	0,08241	102	1,37434	0,13809
58	1,21286	0,08389	103	1,37801	0,13925
59	1,21653	0,08512	104	1,38168	0,14041
60	1,22020	0,08643	105	1,38535	0,14156
61	1,22387	0,08772	106	1,38902	0,14271
62	1,22754	0,08903	107	1,39269	0,14385
63	1,23121	0,09033	108	1,39636	0,14499
64	1,23488	0,09162	109	1,40003	0,14613
65	1,23855	0,09291	110	1,40370	0,14727
66	1,24222	0,09420	111	1,40737	0,14847
67	1,24589	0,09548	112	1,41104	0,14954
68	1,24956	0,09676	113	1,41471	0,15067
69	1,25323	0,09803	114	1,41838	0,15179
70	1,25690	0,09930	115	1,42205	0,15291
71	1,26057	0,10057	116	1,42572	0,15403
72	1,26424	0,10183	117	1,42939	0,15515
73	1,26791	0,10309	118	1,43306	0,15626
74	1,27158	0,10434	119	1,43673	0,15737
75	1,27525	0,10559	120	1,64040	0,15848
76	1,27892	0,10684	121	1,44407	0,15959
77	1,28259	0,10809	122	1,44774	0,16069
78	1,28626	0,10933	123	1,45141	0,16179
79	1,28993	0,11057	124	1,45508	0,16289
80	1,29360	0,11180	125	1,45875	0,16398
81	1,29727	0,11303	126	1,46242	0,16507
82	1,30094	0,11426	127	1,46609	0,16616
83	1,30461	0,11548	128	1,46976	0,16725
84	1,30828	0,11670	129	1,47343	0,16833
85	1,31195	0,11792	130	1,47710	0,16941
86	1,31562	0,11913	131	1,48077	0,17049
87	1,31929	0,12034	132	1,48444	0,17156
88	1,32296	0,12155	133	1,48811	0,17263
89	1,32663	0,12275	134	1,49178	0,17370

t	1+0,00367·*t*	Log.	*t*	1+0,00367·*t*	Log.
135	1,49545	0,17477	180	1,66060	0,22026
136	1,49912	0,17584	181	1,66427	0,22122
137	1,50279	0,17690	182	1,66794	0,22218
138	1,50646	0,17796	183	1,67161	0,22314
139	1,51013	0,17902	184	1,67528	0,22409
140	1,51380	0,18007	185	1,67895	0,22504
141	1,51747	0,18112	186	1,68262	0,22599
142	1,52114	0,18217	187	1,58629	0,22693
143	1,52481	0,18322	188	1,68996	0,22787
144	1,52848	0,18426	189	1,69363	0,22882
145	1,53215	0,18530	190	1,69730	0,22976
146	1,53582	0,18634	191	1,70097	0,23070
147	1,53949	0,18738	192	1,70464	0,23163
148	1,54316	0,18841	193	1,70831	0,23257
149	1,54683	0,18944	194	1,71198	0,23350
150	1,55050	0,19047	195	1,71565	0,23443
151	1,55417	0,19150	196	1,71932	0,23536
152	1,55784	0,19252	197	1,72299	0,23628
153	1,56151	0,19354	198	1,72666	0,23721
154	1,56518	0,19456	199	1,73033	0,23813
155	1,56885	0,19558	200	1,73400	0,23905
156	1,57252	0,19660	201	1,73767	0,23997
157	1,57619	0,19761	202	1,74134	0,24088
158	1,57986	0,19862	203	1,74501	0,24180
159	1,58353	0,19963	204	1,74868	0,24271
160	1,58720	0,20063	205	1,75235	0,24362
161	1,59087	0,20163	206	1,75602	0,24453
162	1,59454	0,20263	207	1,75969	0,24544
163	1,59821	0,20363	208	1,76336	0,24634
164	1,60188	0,20463	209	1,76703	0,24724
165	1,60555	0,20562	210	1,77070	0,24814
166	1,60922	0,20661	211	1,77437.	0,24904
167	1,61289	0,20760	212	1,77804	0,24994
168	1,61656	0,20859	213	1,78171	0,25084
169	1,62023	0,20958	214	1,78538	0,25173
170	1,62390	0,21056	215	1,78905	0,25262
171	1,62757	0,21154	216	1,79272	0,25351
172	1,63124	0,21252	217	1,79639	0,25440
173	1,63491	0,21350	218	1,80006	0,25529
174	1,63858	0,21447	219	1,80373	0,25617
175	1,64225	0,21544	220	1,80740	0,25705
176	1,64592	0,21641	221	1,81107	0,25793
177	1,64959	0,21738	222	1,81474	0,25881
178	1,65326	0,21834	223	1,81841	0,25969
179	1,65693	0,21930	224	1,82208	0,26057

t	$1+0,00367 \cdot t$	Log.	t	$1+0,00367 \cdot t$	Log.
225	1,82575	0,26144	270	1,99090	0,29905
226	1,82942	0,26231	271	1,99457	0,29985
227	1,83309	0,26318	272	1,99824	0,30064
228	1,83676	0,26405	273	2,00191	0,30144
229	1,84043	0,26492	274	2,00558	0,30224
230	1,84410	0,26578	275	2,00925	0,30303
231	1,84777	0,26665	276	2,01292	0,30383
232	1,85144	0,26751	277	2,01659	0,30462
233	1,85511	0,26837	278	2,02026	0,30541
234	1,85878	0,26922	279	2,02393	0,30620
235	1,86245	0,27008	280	2,02760	0,30698
236	1,86612	0,27094	281	2,03127	0,30776
237	1,86979	0,27179	282	2,03494	0,30855
238	1,87346	0,27264	283	2,03861	0,30933
239	1,87713	0,27349	284	2,04228	0,31011
240	1,88080	0,27434	285	2,04595	0,31089
241	1,88447	0,27519	286	2,04962	0,31167
242	1,88814	0,27603	287	2,05329	0,31245
243	1,89181	0,27688	288	2,05696	0,31323
244	1,89548	0,27772	289	2,06063	0,31400
245	1,89915	0,27856	290	2,06430	0,31477
246	1,90282	0,27940	291	2,06797	0,31544
247	1,90649	0,28023	292	2,07164	0,31631
248	1,91016	0,28107	293	2,07531	0,31708
249	1,91383	0,28190	294	2,07898	0,31785
250	1,91750	0,28274	295	2,08265	0,31862
251	1,92117	0,28357	296	2,08632	0,31938
252	1,92484	0,28439	297	2,08999	0,32014
253	1,92851	0,28522	298	2,09366	0,32091
254	1,93218	0,28605	299	2,09773	0,32167
255	1,93585	0,28687	300	2,10100	0,32243
256	1,93952	0,28769	301	2,10467	0,32318
257	1,94319	0,28851	302	2,10834	0,32394
258	1,94686	0,28933	303	2,11201	0,32469
259	1,95053	0,29015	304	2,11568	0,32545
260	1,95420	0,29097	305	2,11935	0,32620
261	1,95787	0,29178	306	2,12302	0,32695
262	1,96154	0,29260	307	2,12669	0,32770
263	1,96521	0,29341	308	2,13036	0,32845
264	1,96888	0,29422	309	2,13403	0,32920
265	1,97255	0,29503	310	2,13770	0,32995
266	1,97622	0,29584	311	2,14137	0,33069
267	1,97989	0,29664	312	2,14504	0,33144
268	1,98356	0,29745	313	2,14871	0,33218
269	1,98723	0,29825	314	2,15238	0,33292

t	1+0,00367.t	Log.	t	1+0,00367.t	Log.
315	2,15605	0,33366	337	2,23679	0,34963
316	2,15972	0,33440	338	2,24046	0,35034
317	2,16339	0,33513	339	2,24413	0,35105
318	2,16706	0,33587	340	2,24780	0,35176
319	2,17073	0,32661	341	2,25147	0,35247
320	2,17440	0,33734	342	2,25514	0,35317
321	2,17807	0,33807	343	2,25881	0,35388
322	2,18174	0,33880	344	2,26248	0,35458
323	2,18541	0,33953	345	2,26615	0,35529
324	2,18908	0,34026	346	2,26982	0,35599
325	2,19275	0,34099	347	2,27349	0,35669
326	2,19642	0,34172	348	2,27716	0,35739
327	2,20009	0,34244	349	2,28083	0,35809
328	2,20376	0,34316	350	2,28450	0,35879
329	2,20743	0,34389	...		
330	2,21110	0,34461	357,25	2,31111	0,36382
331	2,21477	0,34533	...		
332	2,21844	0,34605	448,3	2,64526	0.42247
333	2,22211	0,34677	...		
334	2,22578	0,34748	815	3,99105	0,60109
335	2,22945	0,34820	...		
336	2,23312	0,34891	930	4,41310	0,64474

(57) *Transformation des colonnes d'eau en colonnes de mercure, pour la lecture des volumes gazeux* [section VIII] (Bunsen).

Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.
1	0,074	8	0,59	35	2,58	65	4,80
2	0,15	9	0,66	40	2,95	70	5,17
3	0,22	10	0,74	45	3,32	75	5,54
4	0,30	15	1,12	50	3,69	80	5,90
5	0,37	20	1,48	55	4,06	85	6,27
6	0,44	25	1,84	60	4,43	90	6,64
7	0,52	30	2,21				

(58)

Tables comprenant les valeurs de $\log \alpha = \log \frac{0{,}0012932}{(1 + 0{,}00367 . t)\ 760}$ *pour le calcul du poids de l'air et celui des densités de vapeur.*

Nota. — Ajouter 0,000097 aux logarithmes pour la nouvelle valeur du poids de l'air = 0,00129349.

t.	Log. α.	*t.*	Log. α.	*t.*	Log. α.	*t.*	Log. α.
—5	$\bar{6}$.23889	31	$\bar{6}$.184056	67	$\bar{6}$.135372	103	$\bar{6}$.092599
—4	23727	32	182627	68	134095	104	090444
—3	23566	33	181203	69	132821	105	089292
—2	23405	34	179784	70	131551	106	088143
—1	23245	35	178369	71	130285	107	086997
0	230852	36	176959	72	129022	108	085854
1	229261	37	175554	73	127763	109	084714
2	227666	38	174153	74	126508	110	083577
3	226096	39	172756	75	125256	111	082443
4	224523	40	171364	76	124008	112	081312
5	222955	41	169976	77	122764	113	080184
6	221392	42	168593	78	121523	114	079059
7	219835	43	167214	79	120286	115	077937
8	218284	44	165840	80	119052	116	076817
9	216739	45	164470	81	117821	117	075701
10	215199	46	163104	82	116594	118	074587
11	213664	47	161742	83	115371	119	073476
12	212135	48	160385	84	114151	120	072369
13	210611	49	159032	85	112934	121	071263
14	209092	50	157683	86	111721	122	070161
15	207579	51	156339	87	110511	123	069062
16	206071	52	154998	88	109305	124	067965
17	204568	53	153664	89	108102	125	066871
18	203070	54	152336	90	106902	126	065780
19	201577	55	151001	91	105706	127	064691
20	200090	56	149677	92	104512	128	063605
21	198608	57	148357	93	103323	129	062522
22	197130	58	147041	94	102136	130	061442
23	195658	59	145729	95	100952	131	060364
24	194191	60	144421	96	099772	132	059289
25	192728	61	143116	97	098595	133	058217
26	191271	62	141816	98	097421	134	057147
27	189818	63	140520	99	096251	135	056080
28	188371	64	139227	100	095083	136	055015
29	186928	65	137938	101	093919	137	053953
30	185490	66	136653	102	092758	138	052894

$$\log \frac{0,0012932}{(1 + 0,00367\ t)\ 760} = \log\ \alpha.$$

t.	Log. *α.*	*t.*	Log. *α.*	*t.*	Log. *α.*	*t.*	Log. *α.*
139	$\bar{6}$.051837	180	$\bar{6}$.010587	221	$\bar{7}$.972916	262	$\bar{7}$.938254
140	050783	181	009628	222	972037	263	937443
141	049732	182	008671	223	971160	264	936632
142	048682	183	007717	224	970284	265	935824
143	047636	184	006764	225	969410	266	935016
144	046592	185	005814	226	968538	267	934211
145	045550	186	004866	227	967668	268	933406
146	044511	187	003919	228	966799	269	932604
147	043475	188	002975	229	965932	270	931802
148	042441	189	002033	230	965067	271	931002
149	041409	190	001093	231	964204	272	930204
150	040380	191	000155	232	963342	273	929407
151	039358	192	$\bar{7}$.999219	233	962482	274	928612
152	038329	193	998285	234	961624	275	927818
153	037307	194	997353	235	960767	276	927025
154	036287	195	996423	236	959912	277	926234
155	035270	196	995495	237	959059	278	925444
156	034255	197	994569	238	958207	279	924656
157	033243	198	993645	239	957357	280	923869
158	032233	199	992723	240	956509	281	923084
159	031225	200	991803	241	955662	282	922300
160	030220	201	990884	242	954817	283	921518
161	029217	202	989968	243	953974	284	920736
162	028216	203	989054	244	953132	285	919957
163	027218	204	988141	245	952292	286	919178
164	026222	205	987231	246	951454	287	918401
165	025228	206	986322	247	950617	288	917626
166	024236	207	985416	248	949782	289	916852
167	023247	208	984511	249	948948	290	916079
168	022260	209	983608	250	948116	291	915307
169	021275	210	982707	251	947286	292	914537
170	020292	211	981807	252	946457	293	913769
171	019312	212	980910	253	945630	294	913001
172	018334	213	980015	254	944804	295	912235
173	017358	214	979121	255	943980	296	911471
174	016384	215	978229	256	943157	297	910707
175	015412	216	977339	257	942336	298	909945
176	014444	217	976451	258	941517	299	909185
177	013476	218	975565	259	940699	300	908426
178	012510	219	974680	260	939883		
179	011547	220	973797	261	939068		

Section VII. — Aréométrie.

(59) *Comparaison des échelles de Beck et de Baumé pour les liquides plus lourds que l'eau avec les densités.*

Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes		Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes	
	Baumé.	Beck.		Baumé.	Beck.
0	1,0000	1,0000	37	1,3447	1,2782
1	1,0069	1,0059	38	1,3574	1,2879
2	1,0140	1,0119	39	1,3703	1,2977
3	1,0212	1,0180	40	1,3834	1,3077
4	1,0285	1,0241	41	1,3968	1,3178
5	1,0358	1,0303	42	1,4105	1,3281
6	1,0434	1,0366	43	1,4244	1,3386
7	1,0509	1,0429	44	1,4386	1,3492
8	1,0587	1,0494	45	1,4531	1,3600
9	1,0665	1,0559	46	1,4678	1,3710
10	1,0744	1,0625	47	1,4828	1,3821
11	1,0825	1,0692	48	1,4984	1,3934
12	1,0907	1,0759	49	1,5141	1,4050
13	1,0990	1,0828	50	1,5301	1,4167
14	1,1074	1,0897	51	1,5466	1,4286
15	1.1160	1,0968	52	1,5633	1,4407
16	1,1247	1,1039	53	1,5804	1,4530
17	1,1335	1,1111	54	1,5978	1,4655
18	1,1425	1,1184	55	1,6158	1,4783
19	1,1516	1,1258	56	1,6342	1,4912
20	1,1608	1,1333	57	1,6529	1,5044
21	1,1702	1,1409	58	1,6720	1,5179
22	1,1798	1,1486	59	1,6916	1,5315
23	1,1896	1,1565	60	1,7116	1,5454
24	1,1994	1,1644	61	1,7322	1,5596
25	1,2095	1,1724	62	1,7532	1,5741
26	1,2198	1,1806	63	1,7748	1,5888
27	1,2301	1,1888	64	1,7969	1,6038
28	1,2407	1,1972	65	1,8195	1,6190
29	1,2515	1,2057	66	1.8428	1.6346
30	1.2624	1,2143	67	1,8667	1,6505
31	1,2736	1,2230	68	1,8912	1,6667
32	1,2849	1,2319	69	1,9163	1,6832
33	1,2965	1,2409	70	1,9421	1,7000
34	1,3082	1,2500	71	1,9686	
35	1,3202	1,2593	72	1,9959	
36	1,3324	1,2680			

Un travail récent de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida a fixé avec exactitude le rapport qui *doit* exister, d'après la définition donnée par Baumé du 15° degré de son pèse-sel, entre les densités et les indications de l'aréomètre. La table 60 servira à évaluer les densités d'après les degrés des instruments gradués selon les indications de ces savants.

(60) ***Table des densités à + 12°,5, correspondant aux degrés d'un aréomètre Baumé construit d'après les indications de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida.***

0	0,999 5	19	1,146	38	1,343	57	1,621
1	1,006	20	1,155	39	1,355	58	1,639
2	1,013	21	1,164	40	1,367	59	1,657 5
3	1,020	22	1,173	41	1,380	60	1,676
4	1,027	23	1,182 5	42	1,393	61	1,695
5	1,034	24	1,192	43	1,406	62	1,715
6	1,041	25	1,201 5	44	1,419 5	63	1,735
7	1,048 5	26	1,211	45	1,433 5	64	1,755 5
8	1,056	27	1,221	46	1,447 5	65	1,776 5
9	1,064	28	1,231	47	1,461 5	66	1,798
10	1,071 5	29	1,241 5	48	1,476	67	1,820
11	1,079	30	1,252	49	1,491	68	1,842 5
12	1,087	31	1,263	50	1,506	69	1,866
13	1,095	32	1,273 5	51	1,521 5	70	1,890
14	1,103	33	1,284	52	1,537	71	1,915
15	1,111 6	34	1,296	53	1,553 5	72	1,939
16	1,120	35	1,307	54	1,570	73	1,965
17	1,128 5	36	1,319	55	1,587	74	1,991
18	1,137	37	1,331	56	1,604	75	2,018

(61) *Poids d'un litre de liquide pesé dans l'air à + 12°,5 ou + 15° sous la pression de* 0,760 *avec des poids de laiton, d'après les indications de l'aréomètre ci-dessus.*

Multiplier le nombre de la table 60 par 1000 et retrancher une unité.

Exemple. Un liquide marquant 25 degrés B à + 15° possède une densité de 1,2015. Les poids de laiton qui feront équilibre au litre de ce liquide dans l'air seront 1200gr,5.

(62) *Comparaison des aréomètres moins lourds que l'eau et densités à + 15° des mélanges d'eau et d'alcool contenant pour 100 volumes* n *volumes d'alcool absolu* (n = *degrés Gay-Lussac*).

Degrés.			Poids spécifique.	Degrés.			Poids spécifique.
Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.		Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	
10	10	0	1,000			35	0,960
		1	0,999			36	0,959
		2	0,997		16	37	0,957
		3	0,996			38	0,956
		4	0,994	17		39	0,954
11	11	5	0,993			40	0,953
		6	0,992		17	41	0,951
		7	0,990			42	0,949
		8	0,989	18		43	0,948
		9	0,988			44	0,946
12		10	0,987			45	0,945
	12	11	0,986		18	46	0,943
		12	0,984	19		47	0,941
		13	0,983			48	0,940
		14	0,982			49	0,938
		15	0,981	20	19	50	0,936
		16	0,980			51	0,934
13		17	0,979			52	0,932
	13	18	0,978	21	20	53	0,930
		19	0,977			54	0,928
		20	0,976			55	0,926
		21	0,975	22	21	56	0,924
		22	0,974			57	0,922
14		23	0,973			58	0,920
		24	0,972	23	22	59	0,918
	14	25	0,971			60	0,915
		26	0,970			61	0,913
		27	0,969	24	23	62	0,911
		28	0,968			63	0,909
15		29	0,967	25		64	0,906
		30	0,966		24	65	0,904
		31	0,965			66	0,902
	15	32	0,964	26		67	0,899
		33	0,963		25	68	0,896
16		34	0,962	27		69	0,893

Degrés.				Degrés.			
Baume.	Cartier.	Gay-Lussac.	Poids spécifique.	Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	Poids spécifique.
	26	70	0,891	36	34	86	0,848
28		71	0,888			87	0,845
	27	72	0,886	37	35	88	0,842
29		73	0,884	38	36	89	0,838
	28	74	0,881			90	0,835
30		75	0,879	39	37	91	0,832
		76	0,876			92	0,829
31	29	77	0,874	40	38	93	0,826
		78	0,871	41		94	0,822
32	30	79	0,868	42	39	95	0,818
		80	0,865	43	40	96	0,814
33	31	81	0,963	44	41	97	0,810
		82	0,860	45	42	98	0,805
34	32	83	0,857	46	43	99	0,800
35		84	0,854	47	44	100	0,795
	33	85	0,851	48			0,791

Nota. Si la température est de 15° + n, il faut retrancher (0,4) n degrés alcoométriques pour avoir la richesse alcoolique. Il faut les ajouter au contraire si $t = 15° - n$.

On emploie pour l'éther les degrés Baumé suivants :
56° = 0,758; 60° = 0,742; 62° = 0,735; 66° = 0,720.

(63) ***Formule des aréomètres.***

Soit g le degré marqué par un aréomètre, d la densité de la solution; on a pour les aréomètres suivants la formule générale $d = \frac{m}{m \pm g}$, en appelant m un facteur déterminé; $+g$ s'emploie dans le cas des liquides plus légers que l'eau, $-g$ avec les liquides plus lourds.

Pour l'aréomètre Baumé, plus lourd que l'eau (*pèse-sels*), $m = 144$ (144,3 d'après Lunge), 145 dans les instruments américains, et 148,5 d'après l'appareil de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida). Le degré doit se prendre à 12°,5 de température centigrade.

Pour l'instrument de Beck, $m = 170$; température 12°,5 C.
— Brix, 400 — 15°,6 C.
— Balling, 200.

Pour le *pèse-liqueur* de Baumé plus léger que l'eau, et marquant 10° dans l'eau à + 12°,5, la formule est $d = \frac{144}{134 + g}$.

Les fabriques anglaises emploient l'aréomètre de Twaddle, dont la formule est $d = \frac{0,5g + 100}{100}$, c'est-à-dire qu'en multipliant le degré par 5 et ajoutant 1000, on a le poids du litre en grammes.

Le densimètre de Fleischer donne l'excédent sur 100 du poids de 100 cc. en grammes, soit la partie fractionnaire de la densité, multipliée par 100.

(64) *Densités des solutions.*

Voici les formules qui permettent de diluer au degré voulu des solutions de concentration donnée, connaissant la densité, ou la richesse en sel, et en supposant que la dilution de ces solutions s'accomplisse sans contraction ni augmentation de volume.

Soit a la teneur en sel % du liquide concentré.
— b — cherché.

Le quotient $\frac{a}{b}$ est égal à la somme des volumes du liquide concentré (1 volume) et de l'eau à ajouter.

Ainsi, soit un acide nitrique à 45° Baumé à ramener à 22°.

L'acide à 45° Baumé (table 80) renferme 77,8 % d'acide réel.
— 22° — — 29,2 —

Le rapport $\frac{77,8}{29,2} = 2,67$; il faut donc à 1 volume d'acide à 45° ajouter 1,67 volumes d'eau pour le ramener à 22°.

On peut aussi résoudre le problème inverse : combien d'eau a-t-on ajoutée à un produit de densité D pour obtenir 100 parties de mélange de densité d? La quantité d'eau % dans le produit $= \frac{100\left(\frac{D}{d} - 1\right)}{D - 1}$.

En général, soit D la densité d'une solution de volume V : on veut l'amener à la densité d' en ajoutant un volume v de solution de densité d.

$$d' = \frac{VD + vd}{V + v}. \qquad v = \frac{V(D - d')}{d' - d}.$$

Une solution à	15 % de sel	en renferme	17,3 gr.	pour	100 gr. d'eau.
—	20	—	25	—	
—	25	—	33,3	—	
—	30	—	43	—	
—	35	—	54	—	
—	40	—	67	—	
—	45	—	82	—	
—	50	—	100	—	
—	55	—	122	—	
—	60	—	150	—	
—	70	—	225	—	

Section VIII. — Eudiométrie.

(65) *Poids et volumes des gaz pour l'eudiomètrie.*

Un gaz possède le volume V à la pression H (réduite à zéro) et à la température t. Il posséderait à la pression H′ et à la température t' le volume

$$V' = V\frac{H\ (1 + 0{,}00367.t')}{H'\ (1 + 0{,}00367.t\ )}.$$

Son poids est $V_0 D_0.1{,}29...$,

c'est-à-dire
$$P = \frac{V.H.D_0.1{,}2935}{(1 + 0{,}00367.t)760}.$$

Si le volume est lu sur l'eau, on transforme la colonne d'eau en colonne de mercure (57) et l'on retranche de H la tension de la vapeur d'eau à $t°$ (39).

(66) *Réduction des volumes gazeux.*

Dans la plupart des analyses de gaz pour l'industrie, on ne pousse l'exactitude des recherches que jusqu'à 1/2 ou 1/4 °/₀ au plus, et dans ces conditions les tables de Lunge, réduites par centimètre de pression barométrique et par deux degrés de température nous semblent suffisantes.

Pour s'en servir, on ramène d'abord la hauteur barométrique à 0° (table 33), ou plus simplement en retranchant de 13 à 20°, 2^{mm}, ou de 21 à 25°, 3^{mm}, puis on déduit la tension de la vapeur (39) si les mesures ont été faites sur l'eau; et en face du volume lu dans la 1re colonne on trouve le volume ramené à 760 dans la colonne correspondant à la pression barométrique rectifiée. Si l'on veut pousser l'exactitude plus loin, on interpolera facilement les différences correspondant aux millimètres, en retranchant les chiffres des colonnes voisines; la différence est la correction pour 10^{mm}, et on multipliera le 10e de cette quantité par le nombre de millimètres pour avoir la correction correspondante.

On opérera de même avec la seconde table; on lit dans la 1re colonne le volume ramené à 760^{mm} et on trouve le volume à 0° dans la colonne qui correspond à la température du gaz.

(67) *Volumes des gaz à diverses pressions ramenés à la pression de 76.*

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75. Volumes à 0,76.	P=77. Volumes à 0,76.
11	10,28	10,42	10,57	10,71	10,85	11,14
12	11,21	11,37	11,53	11,68	11,84	12,16
13	12 14	12,31	12,42	12,66	12,83	13,17
14	13.08	13,26	13,45	13,63	13,82	14,17
15	14,02	14,21	14.41	14,60	14,81	15,19
16	14,95	15,15	15,37	15.58	15,79	16,21
17	15,88	16,10	16,33	16,55	16.78	17.22
18	16,82	17,05	17,29	17,52	17,77	18,23
19	17.76	18,00	18,25	18,50	18.75	19,25
20	18,68	18,95	19 21	19.47	19.74	20.26
21	19.62	19,90	20,17	20,44	20,72	21,27
22	20,55	20,84	21,13	21,42	21.71	22,28
23	21,49	21,79	22,09	22.39	22,70	23,30
24	22,43	22,74	23,05	23.36	23,69	24,41
25	23,35	23,69	24,01	24,34	24,67	25,32
26	24.29	24,64	24,97	25,31	25,66	26,34
27	25,23	25,58	25,93	26.28	26.65	27.35
28	26,16	26,53	26,89	27,26	27,63	28,36
29	27.10	27.48	27,85	28,23	28,62	29.37
30	28,03	28,42	28,82	29.21	29,60	30,39
31	28,97	29,37	29,76	30,18	30,59	31,41
32	29 90	30,32	30,74	31,15	31 58	32.43
33	30,83	31,26	31.70	32,13	32,56	33,43
34	31,77	32,21	32,66	33.10	33,55	34.45
35	32,71	33,16	33,62	34,70	34,54	35,46
36	33,64	34,10	34.58	35,05	35,52	36,47
37	34,57	35,05	35,54	36,02	36,51	37,49
38	35,50	36,00	36,50	37,00	37,50	38,50
39	36.44	36,95	37.47	37,97	38,49	39,51
40	37,38	37,89	38,42	38,95	39.47	40,52
41	38,31	38,84	39.38	39,92	40.46	41,54
42	39,23	39,79	40,34	40,89	41,44	42,55
43	40,18	40,73	41,30	41,86	42,43	43,56
44	41,11	41,68	42,27	42.84	43,42	44,58
45	42,05	42.63	43,22	43,81	44,46	45,59
46	42,98	43,58	44,18	44,78	45,39	46,60

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75 Volumes à 0,76.	P=77. Volumes à 0,76.
47	43,91	44.52	45,15	45,76	46,38	47,61
48	44,84	45,47	46,10	46,73	47,36	48,63
49	45,78	46,42	47,06	47,70	48,35	49,64
50	46.72	47,36	48.03	48,68	49,34	50,66
51	47,65	48,31	48,99	49.65	50,33	51,62
52	48,58	49,26	49,96	50,63	51,32	52,68
53	49,52	50,21	50,91	51,60	52,30	53,70
54	50,45	51,15	51,87	52,58	53,29	54,72
55	51,38	52,10	52,83	53,55	54,28	55,73
56	52,32	53,05	53.79	54,52	55.26	56,74
57	53,25	54,00	54,75	55,50	56,25	57,76
58	54,19	54,94	55,71	56,47	57,24	58,77
59	55,13	55,89	56.67	57,44	58,22	59,78
60	56,07	56,84	57,63	58.42	59,21	60,79
61	57,00	57,79	58,59	59,39	60.20	61,81
62	57.93	58,74	59,55	60,36	61,19	62,82
63	58,87	59,68	60,51	61,34	62,17	63,84
64	59.80	60,63	61,47	62,32	63,16	64,85
65	60,74	61,58	62,43	63,28	64,65	65,86
66	61,67	62,52	63,39	64,26	65,13	66,88
67	62.60	63,47	64,35	65,23	66,12	67.89
68	63,54	64,42	65,31	66,20	67,10	68,90
69	64,47	65,37	66,27	67,18	68,09	69.91
70	65,40	66,32	67,24	68,16	69,08	70,92
71	66,34	67,26	68,20	69,13	70,07	71,94
72	67.27	68,21	69,16	70,11	71,05	72,95
73	68,20	69,16	70,12	71,08	72,04	73.97
74	69,11	70,11	71,08	72.05	73,03	74,98
75	70,07	71,05	72,04	73,02	74,01	75,99
76	71,01	72,00	73,00	74,00	75,00	77,01
77	71.94	72,95	73 96	74 97	75,99	78,02
78	72,87	73 89	74,92	75.95	76.97	79,03
79	73 80	74,84	75,88	76.92	77,96	80,04
80	74,74	75,78	76,84	77,90	78,94	81,06
81	75.67	76.74	77,80	78,87	79,93	82 07
82	76,60	77,68	78,76	79.84	80,92	83,09
83	77,54	78,63	79,72	80 82	81,91	84,10
84	78,47	79,57	80,68	81,79	82,90	85,11
85	79,41	80,53	81,64	82,76	83,88	86,13

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75. Volumes à 0,76.	P=77. Volumes à 0,76.
86	80,34	81,47	82,60	83,73	84,87	87,14
87	81,28	82,42	83,56	84,81	85,86	88,15
88	82,21	83,36	84,52	85,68	86,84	89,17
89	83,15	84,31	85,48	86,66	87,82	90,18
90	84,09	85,26	86,45	87,63	88,81	91,19
91	85,02	86,21	87,41	88,61	89,80	92,21
92	85,95	87,16	88,37	89,58	90,79	93,22
93	86,89	88,11	89,33	90,55	91,77	94,23
94	87,82	89,85	90,29	91,52	92,76	95,24
95	88,76	90,00	91,25	92,50	93,74	96,26
96	89,69	90,95	92,21	93,57	94,73	97,27
97	90,62	91,89	93,17	94,45	95,72	98,29
98	91,56	92,84	94,13	95,42	96,70	99,30
99	92,49	93,79	95,09	96,39	97,69	100,31
100	93,42	94,74	96,05	97,37	98,68	101,32

(68) *Volumes des gaz à diverses températures ramenés à zéro.*

Volumes observés à t°.	t° = 12°. Volumes à zéro.	t° = 14°. Volumes à zéro.	t° = 16°. Volumes à zéro.	t° = 18°. Volumes à zéro.	t° = 20°. Volumes à zéro.	t° = 22°. Volumes à zéro.	t° = 24°. Volumes à zéro.
11	10,53	10,46	10,39	10,32	10,25	10,18	10,11
12	11,49	11,42	11,38	11,26	11,10	11,11	11,03
13	12,45	12,36	12,28	12,20	12,11	12,03	11,95
14	13,41	13,31	13,23	13,13	13,04	12,96	12,87
15	14,37	14,27	14,17	14,07	13,97	13,88	13,79
16	15,32	15,22	15,11	15,01	14,91	14,81	14,71
17	16,28	16,17	16,06	15,95	15,84	15,73	15,63
18	17,24	17,12	17,00	16,89	16,76	16,66	16,55
19	18,20	18,07	17,95	17,83	17,70	17,58	17,47
20	19,16	19,03	18,89	18,76	18,64	18,51	18,39
21	20,12	19,98	19,84	19,70	19,57	19,43	19,31
22	21,08	20,93	20,78	20,64	20,50	20,36	20,23
23	22,03	21,88	21,73	21,58	21,43	21,29	21,15

Volumes observés à t°.	t° = 12°. Volumes à zéro.	t° = 14° Volumes à zéro.	t° = 16°. Volumes à zéro.	t° = 18°. Volumes à zéro.	t° = 20°. Volumes à zéro.	t° = 22° Volumes à zéro.	t° = 24°. Volumes à zéro.
24	22.99	22,83	22,67	22,51	22,37	22,21	22,07
25	23,95	23,78	23,61	23,45	23,30	23,15	22.99
26	24,91	24,73	24,56	24,39	24,23	24,06	23,91
27	25,87	25,69	25,50	25,33	25,15	24,99	24,83
28	26,82	26.64	26,45	26,27	26,09	25,91	25.74
29	27,78	27,59	27,39	27,20	27.02	26.84	26,67
30	28,74	28,54	28,34	28,15	27,95	27,77	27,58
31	29,70	29,49	29,28	29,09	28,87	28,70	28,50
32	30,66	30,44	30,23	30.03	29,81	29,62	29,42
33	31.61	31,39	31,17	30,97	30,74	30,55	30.34
34	32,57	32,34	32,12	31,90	31,68	31,47	31,26
35	33,53	33,30	33,06	32,83	32,61	32.40	32,18
36	34,49	34,24	34,01	33,78	33,54	33,32	33,10
37	35.45	35,20	34,95	34,72	34,47	34,25	34.02
38	36,40	36,15	35,90	35,66	35,40	35,17	34,93
39	37,36	37,10	36.84	36,59	36,34	36,10	35,85
40	38,32	38,05	37,79	37,53	37.27	37,02	36,77
41	39,28	39,00	38,73	38,47	38,20	37,95	37,69
42	40,24	39.95	39,68	39,41	39,13	38,87	38,61
43	41,19	40,90	40,62	40,35	40,07	39,80	39,53
44	42,15	41,86	41,57	41,28	41,00	40,72	40,45
45	43,11	42.81	42,51	42,22	41,93	41,65	41,37
46	44.07	43,76	43.46	43,16	42,86	42,57	42,29
47	45,03	44,71	44,40	44,10	43.79	43,50	43,21
48	45,98	45,66	45,35	45,04	44,72	44.42	44,12
49	46.94	46,61	46,30	45,97	45,65	45,35	45,04
50	47,90	47,57	47,24	46,91	46,59	46,28	45.97
51	48,86	48,52	48,18	47,85	47,52	47,20	46,89
52	49,82	49,47	49,13	48,79	48,45	48,13	47,81
53	50,77	50,41	50,07	49,72	49,38	49,06	48,73
54	51,01	51,37	51,02	50,66	50,32	49,98	49,65
55	52,87	52,33	51.96	51,60	51,25	50,91	50,57
56	53,65	53,28	52,91	52,54	52,18	51,83	51,49
57	54,61	54,23	53,86	53,48	53,11	52,76	52,41
58	55,56	55,18	54,80	54,42	54,04	53,68	53,32
59	56,52	56,13	55,74	55,35	54,97	54,61	54,24
60	57,47	57,08	56,68	56,29	55,91	55,53	55,16
61	58,43	58,03	57,63	57,23	56,84	56,46	56,08
62	59,39	58,98	58,57	58,17	57,77	57.38	57,00
63	60,35	59,93	59,52	59,11	58,71	58,31	57,92
64	61,31	60,88	60,46	60,04	59,64	59,23	58,84

Volumes observés à $t°$.	$t° = 12°$. Volumes à zéro.	$t° = 14°$. Volumes à zéro.	$t° = 16°$. Volumes à zéro.	$t° = 18°$. Volumes à zéro.	$t° = 20°$. Volumes à zéro.	$t° = 22°$. Volumes à zéro.	$t° = 24°$. Volumes à zéro.
65	62,26	61,84	61,40	60,97	60,57	60,16	59,76
66	63,22	62,79	62,35	61,92	61,50	61,08	60,68
67	64,18	63,74	63,29	62,86	62,43	62,01	61,60
68	65,13	64,69	64,23	63,80	63,36	62,93	62,51
69	66,09	65,64	65,18	64,73	64,30	63,86	63,43
70	67,05	66,59	66,13	65,67	65,23	64,79	64,35
71	68,01	67,54	67,07	66,61	66,16	65,71	65,27
72	68,97	68,49	68,02	67,55	67,09	66,64	66,19
73	69,92	69,44	68,96	68,49	68,09	67,57	67,11
74	70,88	70,40	69,91	69,42	68,96	68,49	68,03
75	71,84	71,35	70,85	70,37	69,89	69,42	68,95
76	72,80	72,30	71,80	71,30	70,82	70,34	69,87
77	73,76	73,25	72,74	72,24	71,75	71,27	70,79
78	74,71	74,20	73,69	73,18	72,68	72,19	71,70
79	75,67	75,15	74,63	74,11	73,61	73,12	72,62
80	76,63	76,10	75,58	75,06	74,54	74,04	73,54
81	77,59	77,05	76,52	76,00	75,47	74,97	74,46
82	78,55	78,00	77,47	76,94	76,40	75,89	75,38
83	79,50	78,95	78,41	77,87	77,34	76,82	76,30
84	80,46	79,91	79,35	78,81	78,27	77,74	77,22
85	81,42	80,86	80,30	79,75	79,20	78,67	78,14
86	82,38	81,81	81,24	80,69	80,13	79,59	79,06
87	83,33	82,76	82,19	81,63	81,06	80,52	79,98
88	84,29	83,71	83,13	82,57	81,99	81,44	80,90
89	85,25	84,66	84,08	83,50	82,93	82,37	81,82
90	86,21	85,62	85,02	84,44	83,86	83,30	82,74
91	87,17	86,57	85,96	85,38	84,79	84,22	83,66
92	88,13	87,52	86,91	86,32	85,72	85,15	84,58
93	89,08	88,47	87,85	87,25	86,66	86,08	85,50
94	90,04	89,42	88,80	88,19	87,59	87,00	86,42
95	91,00	90,38	89,74	89,13	88,52	87,93	87,34
96	91,96	91,33	90,69	90,07	89,45	88,85	88,28
97	92,92	92,28	91,63	91,00	90,38	89,78	89,18
98	93,87	93,23	92,58	91,94	91,31	90,70	90,09
99	94,83	94,18	93,52	92,88	92,24	91,63	91,01
100	95,79	95,13	94,47	93,82	93,18	92,55	91,93

Section IX. — Densités des solides, liquides et gaz.

(69) *Volume et densité de l'eau distillée de* 0° *à* 100° (Rossetti).

d_t = densité à t^0, $d_0 = 1$. D_t = densité à t^0, $D_{4.07} = 1$.
v_t = volume à t^0, $v_0 = 1$. V_t = volume à t^0, $V_{4.07} = 1$.

t	d_t	v_t	D_t	V_t
0°	1,000000	1,000000	0,999871	1,000129
1	057	0,999943	928	072
2	098	902	969	031
3	120	880	991	009
4	129	871	1,000000	1,000000
5	119	881	0,999990	010
6	099	901	970	030
7	062	938	933	067
8	015	985	886	114
9	0,999953	1,000047	824	176
10	876	124	747	253
11	784	216	655	345
12	678	322	549	451
13	559	441	430	570
14	429	572	299	701
15	289	712	160	841
16	131	870	002	999
17	0,998970	1,001031	0,998841	1,001160
18	782	219	654	348
19	588	413	460	542
20	388	615	259	744
21	176	828	047	957
22	0,997956	1,002048	0,997828	1,002177
23	730	276	601	405
24	495	511	367	641
25	249	759	120	888
26	0,996994	1,003014	0,996866	1,003144
27	732	278	603	408
28	460	553	331	682
29	179	835	051	965
30	0,99589	1,00412	0,99577	1,00425
40	0,99248	1,00757	0,99235	1,00770
50	0,98832	1,01182	0,98819	1,01195
60	0,98350	1,01678	0,98338	1,01691
70	0,97807	1,02243	0,97794	1,02256
80	0,97206	1,02874	0,97194	1,02887
90	0,96568	1,03554	0,96556	1,03567
100	0,95879	1,04299	0,95866	1,04312

(70) *Densités de quelques substances inorganiques.*

Les autres propriétés, table **129** et **192**. — Minéraux, table **193**.

LIQUIDES.		Iode	4,95
Acide carbonique à 0°	0,95	Iridium	22,4
— chlorhydrique à 0°	0,91	Lithium	0,59
— cyanhydrique à 7°	0,706	Magnésium	1,74
— hypoazotique à 0°	1,49	Manganèse	8,0
— sulfureux à 0°	1,434	Nickel	8,9
Ammoniaque à 0°	0,636	Or	19,32
Brome à 20°	3,12	Osmium	22,48
Bromure phosphoreux à 0°	2,923	Palladium	11,4
Chlorure antimonique à 20°	2,346	Phosphore	1,83
— arsénieux à 0°	2,205	— rouge	2,20
— de bore	1,35	— métallique	2,34
— d'étain (tétra-) à 0°	2,278	Platine fondu	21,50
— d'iode (mono-) à 0°	3,18	Plomb	11,37
— de phosphore (tri) à 0°	1,613	Potassium	0,87
— — (oxy) à 0°	1,712	Rhodium	12,1
— de soufre (proto) à 0°	1,709	Ruthénium	12,26
— de sulfuryle à 0°	1,708	Sélénium noir	4,8
— de silicium à 0°	1,524	— rouge	4,5
Eau de mer	1,026	Silicium cristallisé	2,39
— oxygénée	1,452	Sodium	0,978
Gallium surfondu à 24°	6,07	Soufre octaédrique	2,07
Mercure à 0°	13,596	— prismatique	1,96
Oxygène à — 130°	0,899	— mou	1,92
Sulfure de carbone à 0°	1,263	Tellure	6,4
		Thallium	11,85
ÉLÉMENTS SOLIDES.		Tungstène	19,1
		Zinc	7,15
Aluminium	2,60		
Antimoine	6,71	OXYDES ET SELS.	
Argent	10,53	Aluminium, oxyde	3,85
Arsenic cristallisé	5,73	— fluorure	3,10
Bismuth	9,80	— sulfate crist.	1,62
Bore cristallisé	2,6	— Alun potass. crist.	1,72
Cadmium	8,60	— — sod. —	1,60
Charbon de cornue	1,88	— — ammon. —	1,624
Cobalt fondu	7,81	Ammonium, chlorure	1,52
Cuivre	8,92	— fluorure	1,21
Étain	7,29	— nitrate	1,74
Fer	7,86	— oxalate	1,5
— acier	7,7	— sulfate	1,76
— fonte grise	7,1	— sulfocyanure	1,31
— — blanche	7,6	Antimoine, oxyde	5,53
Indium	7,40	— sulfure ppté.	4,42

Anhydride antimonique ..	3,78	Étain, bisulfure..........	4,51
Antimoine, trichlorure...	3,06	Acide stannique.........	6,95
Argent, bromure...... ..	6,33	Fer, peroxyde calciné....	5,12
— chlorure fondu...	5,55	— protosulfure.........	4,84
— iodure..........	5,62	— protochlorure crist...	1,93
— nitrate..........	4.34	— sulfate (proto-) crist..	1,88
— oxyde..........	7,52	— — (per-) anhydre.	4.0
— sulfure.	6,85	Lithium, chlorure.......	2,04
Anhydride arsénieux crist.	3,61	— carbonate.......	2,11
Baryum, oxyde..........	5,00	— sulfate crist	2,02
— hydrate crist....	1,656	Magnésie, peu calcinée....	3,22
— bioxyde.........	4,96	— très — ...	3.61
— carbonate ppté..	4,275	Magnésium, chlorure crist.	1,56
— chlorure crist...	3,045	— sulfate........	1,68
— nitrate.........	3,23	— pyrophosphate.	2,40
— sulfate ppté.....	4,33	Manganèse, peroxyde ppté.	4,50
Bismuth, oxyde..........	8,15	— chlorure crist .	1,91
— nitrate crist.....	2,78	— carbonate ppté.	3,125
Anhydride borique.......	1,79	— sulfate crist....	2,107
Acide —	1,46	Mercure, bioxyde........	11,14
Cadmium, sulfure ppté...	4,5	— protochlorure...	7,10
Calcium, oxyde..........	3,15	— protosulfate	7,56
— hydrate...........	2,08	— bichlorure......	5,42
— chlorure anhydre....	2,21	— biiodure rouge..	6,257
— — crist.......	1,65	— — jaune..	6,060
— fluorure ppté.......	3,15	— persulfate......	6,47
— carbonate ppté à froid	2,72	— bisulfure ppté..	7,67
— — — à chaud	2,95	Acide molybdique.......	4,39
— sulfate anhydre.....	2,97	Nickel, protoxyde........	6,66
Chrome, oxyde..........	5,04	— sulfate crist......	1,98
— alun potassique ...	1,84	Anhydride phosphorique.	2,39
Anhydride chromique....	2.74	Acide — ...	1,884
Cobalt, oxyde anhydre...	5,68	Chloroplatinate de potass.	3,54
— peroxyde.........	5,18	— de sodium...	2,50
Cobalticyanure de potass.	1.91	— d'ammonium.	2,98
Cuivre, oxydule.........	5,88	Plomb, protoxyde........	9,25
— oxyde anhydre.....	6,40	— minium..........	9,07
— protosulfure ppté..	5.58	— peroxyde........	8,91
— bisulfure..........	3,98	— chlorure..	5,80
— protochlorure......	3,53	— iodure..........	6,16
— bichlorure anhydre.	3,05	— sulfure artificiel..	7.13
— — crist....	2,50	— carbonate ppté...	6,43
— nitrate crist.......	2,05	— nitrate..........	4,41
— sulfate anhydre....	3,58	— sulfate ppté......	6,23
— — crist.......	2,272	Potassium, hydrate......	2,044
Étain protochlorure crist..	2,70	— chlorure.....	1,977
— protosulfure.......	5,03	— bromure.....	2,69

Potassium, iodure.......	3,07	Urane, nitrate crist.......	2,81
— fluosilicate...	2,66	Zinc, oxyde.............	5,65
— carbonate....	2,29	— chlorure...........	2,75
— chlorate.	2.31	— sulfate anhydre.....	3,49
— perchlorate...	2,52	— — crist........	2,015
— chromate.....	2,72		
— bichromate...	2,70	SUBSTANCES DIVERSES.	
— cyanure......	1,52		
— ferricyanure..	1,83	Ardoise.................	2,853
— ferrocyanure .	1,91	Basalte d'Auvergne......	2,422
— nitrate.......	2,09	Calcaire grossier.........	2,0
— permanganate	2,71	Caoutchouc..............	0,933
— sulfate.......	2.65	Granit des Vosges......	2,716
— — (bi-)...	2.35	Grès —	2,200
— sulfocyanate..	1,89	— à pavés............	2,416
Silice artif. calcinée	2,20	Houille compacte........	1,33
Sodium, hydrate.........	2,13	Ivoire..................	1,917
— chlorure............	2,10	Jayet (lignite)...........	2.259
— borate crist.........	1,72	Marbre de Carrare.......	2,717
— carbonate anh.......	2.476	Pierre de liais..........	2,078
— — crist......	1,458	— meulière..........	2.483
— — (bi-).	2,206	— ponce............	2,4
— nitrate......	2,244	Poix résine............	1,972
— nitroprussiate crist. .	1,71	Porcelaine de Sèvres.....	2,15
— phosphate bibas. crist.	1,54	— de Berlin....	2,3
— sulfate anh..........	2,655	Porphyre rouge.........	2.765
— — crist.........	1.462	Poudre de guerre........	0,858
— — (bi-)..........	2,742	Schiste.................	2,672
— tungstate crist.......	3,24	Terre arable argileuse...	1,240
Anhydride sulfurique à 25°.	1,913	Verre ordinaire..........	2,64
Strontium, hydrate crist..	1,396	— cristal......... ...	2,95
— nitrate........	2,93	— flint..............	3,3

(71) *Poids d'un volume d'air humide.*

Si l'air est saturé d'humidité, son poids en grammes sera donné par la formule

$$P = V \frac{1,2935}{1+0,00367.t} \frac{(H - \frac{3}{8}F)}{760},$$

dans laquelle V est le volume en litres, t la température, H la pression et F la tension maxima de la vapeur d'eau à t^0 (voy. table **38**).

Si l'air n'est pas saturé, on appelle son *état hygrométrique* le rapport qui existe entre la quantité de vapeur d'eau qu'il renferme et celle qu'il renfermerait s'il était saturé; ou encore le rapport entre la tension actuelle de la vapeur d'eau qui existe dans l'air et la tension maxima de cette vapeur à la même température. Soit E ce rapport; la tension actuelle de la vapeur d'eau sera FE. C'est par cette tension qu'il faudra remplacer F dans la formule précédente pour avoir le poids d'un volume d'air humide, dont l'état hygrométrique serait E.

(72) *Densités des gaz et de quelques vapeurs.*

Gaz.	Formule.	Poids moléc.	Densité trouvée. Celle de l'air = 1.	Poids du litre à zéro et 0,76.
Oxygène	O^2	32	1,1056(1)	1gr,430
Hydrogène	H^2	2	0,06949(2)	0,08988
Azote	Az^2	28	0,9714(3)	1,256
Chlore	Cl^2	71	2,47	3,18
Brome	Br^2	160	5,54	7,16
Iode	I^2	254	8,716	11,3
Mercure	Hg	200	6,976	8,9
Acide chlorhydrique	HCl	36,5	1,278	1,635
— bromhydrique	HBr	81	2,71	3,63
— iodhydrique	HI	128	4,44	5,73
— fluorhydrique	HFl	20	0,693	0,896
— sulfhydrique	H^2S	34	1,171	1,523
Ammoniaque	H^3Az	17	0,597	0,761
Hydrogène phosphoré	H^3P	34	1,214	1,52
— arsénié	H^3As	78	2,695	3,49
Protoxyde d'azote	Az^2O	44	1,527	1,971
Bioxyde d'azote	AzO	30	1,039	1,343
Acide azoteux	Az^2O^3	76	2,63	3,40
Peroxyde d'azote	AzO^2	46	1,57 à 200°	2,06
Acide sulfureux	SO^2	64	2,25	2,87
Oxyde de carbone	CO	28	0,968	1,254
Acide carbonique	CO^2	44	1,529	1,9774
— hypochloreux	Cl^2O	87	3,02	3,90
Oxychlorure de carbone	$COCl^2$	99	3,46	4,43
Chlorure de méthyle	CH^3Cl	50,5	1,738	2,261
— d'éthyle	C^2H^5Cl	64,5	2,219	2,889
— de bore	$BoCl^3$	117,5	3,94	5,26
Fluorure de bore	$BoFl^3$	68	2,31	3,05
— de silicium	$SiFl^4$	104	3,60	4,66
Méthane (gaz des marais)	CH^4	16	0,558	0,716
Éthane	C^2H^6	30	1,075	1,343
Éthylène	C^2H^4	28	0,971	1,254
Acétylène	C^2H^2	26	0,92	1,165
Cyanogène	C^2Az^2	52	1,806	2,330
Acide cyanhydrique	CAzH	27	0,948	1,210
Chlorure de cyanogène	CAzCl	61,5	2,131	2,755
Air atmosphérique		(28,8)	1,00	(4)1,29349
Vapeur d'eau	H^2O	18	0,6235	0,806

(1) 1,105. — (2) 0,06948. — (3) 0,972. — (4) 1,2934. — Leduc (1892).

...

Section X. — Densités des solutions.

Nota. Ces densités, notamment celles de Gerlach, sont généralement rapportées à l'eau à + 15°. Pour les rapporter à l'eau à + 4°, c'est-à-dire pour avoir les vraies densités à + 15° ou encore le poids à + 15° de l'unité de volume de la solution, il faut multiplier par la densité de l'eau à + 15°, c'est-à-dire par 0,99916, les nombres des tables.

(73) *Densités des mélanges d'eau et d'alcool. — Cette table, dressée par le Bureau des poids et mesures, est déclarée légale en France par le décret du 27 décembre 1884.*

La densité est rapportée à l'eau à 15° centigrades et ramenée au vide. Le degré alcoométrique doit être lu au-dessous du ménisque ; il correspond à la proportion % en volume d'alcool absolu à 15° centigrades.

Alcool %.	Densités.	Alcool %.	Densités.	Alcool %.	Densités.	Alcool %.	Densités.
1	0,99844	26	0,96981	51	0,93241	76	87500
2	99695	27	96876	52	93041	77	87234
3	99552	28	96769	53	92837	78	86965
4	99413	29	96659	54	92630	79	86692
5	99277	30	96545	55	92420	80	86416
6	99145	31	96428	56	92209	81	86137
7	99016	32	96307	57	91997	82	85854
8	98891	33	96183	58	91784	83	85567
9	98770	34	96055	59	91569	84	85275
10	98652	35	95923	60	91351	85	84979
11	98537	36	95786	61	91130	86	84678
12	98424	37	95645	62	90907	87	84372
13	98314	38	95499	63	90682	88	84060
14	98206	39	95350	64	90454	89	83741
15	98100	40	95196	65	90224	90	83415
16	97995	41	95020	66	89991	91	83081
17	97892	42	94872	67	89755	92	82738
18	97790	43	94705	68	89516	93	82385
19	97688	44	94535	69	89274	94	82020
20	97587	45	94361	70	89029	95	81641
21	97487	46	94183	71	88781	96	81245
22	97387	47	94002	72	88531	97	80829
23	97286	48	93817	73	88278	98	80390
24	97185	49	93629	74	88022	99	79926
25	97084	50	93437	75	87763	100	79433

Nota. Pour avoir la quantité d'alcool % *en poids* (x), d'après la quantité *en volume* déterminé à l'alcoomètre (v), on prend dans la

table la densité du mélange (D) et celle de l'alcool pur (d) et l'on effectue l'opération suivante : $x = v\frac{d}{D}$ (voyez table 369).

Pour avoir la quantité d'eau y, qui, ajoutée à 100 parties d'alcool marquant v degrés alcoométriques et possédant par conséquent la densité D, donnera un alcool marquant v' et d'une densité D', on effectuera l'opération suivante : $y = 100\left(D'\frac{v}{v'} - D\right)$. (Voyez table 77.)

(74) *Usage de l'Hydromètre de Sykes.*

Cet instrument dont l'emploi est légal en Angleterre est un aréomètre à poids et à volume variables. C'est une boule creuse de laiton portant une tige supérieure graduée de 0 à 10 et une tige inférieure formant lest sur laquelle on peut fixer des rondelles marqués 10,20,... 90. Le nombre marqué par les rondelles doit être ajouté à celui indiqué par la graduation; ainsi supposons que l'instrument seul ou lesté avec les rondelles 10, 20, ou 30 ne plonge pas assez dans le liquide pour que la tige graduée puisse donner des indications, on fixe à l'instrument la rondelle 40 et la tige s'enfonce alors jusqu'à la division 5. Le degré lu est 45. Ce degré donne, au moyen d'une table spéciale et en tenant compte de la température, la quantité de *proof spirit* contenu dans la liqueur.

Le *Proof Spirit* (Esprit d'épreuve) est défini ainsi qu'il suit par acte du Parlement « à 51° Fahrenheit, son poids est les $\frac{12}{13}$ de celui de l'eau. à volume égal » (D = 0,92307 à 51° Fahr., ou D = 0,919 à 60° Fahr. = 15,56 centigr.).

Un liquide alcoolique est dit à 30 % *over* ou *above proof* (au-dessus de l'épreuve), si 100 volumes de cet esprit donne par dilution avec l'eau 130 volumes de *proof spirit*. Il est dit à 30 % *under* ou *below proof* (au-dessous de l'épreuve) si 100 volumes renferment 100 — 30 ou 70 volumes de proof spirit. *L'épreuve* ancienne qui a donné le nom au proof spirit consistait à allumer le liquide spiritueux sur de la poudre à canon; si à la fin de la combustion la poudre s'enflammait, l'esprit était au-dessus de l'épreuve; si l'eau de l'esprit empêchait la poudre de fuser, celui-ci était au-dessous de l'épreuve.

L'alcoomètre de Sykes doit s'enfoncer jusqu'au zéro de sa graduation dans l'alcool de densité = 0,825 à + 15°,56 cent. Cet alcool n'est pas absolu; c'est à peu près l'alcool à 40° Baumé, on l'appelle *Standard Alcohol*.

Nous ne donnons pas la table qui permet de passer des degrés lus sur l'instrument, aux *pour cent au-dessus ou au-dessous de l'épreuve*. Cette table accompagne chaque instrument. Mais voici, d'après le docteur Ure, la correspondance de ces *pour cent*, qui sont très-usités dans le commerce, avec les densités (à 15°,5 cent., celle de l'eau à 15°,5 étant 1).

(75) *Conversion des densités des alcools en degrés* **Over ou** under proof.

Over proof.	Densité.	Over proof.	Densité.	Under proof	Densité.
67 0/0	0,8156	28,0	0,8825	8,0	0,9295
65,0	0,8199	27,0	0,8840	9,0	0,9306
64,6	0,8221	26,0	0,8854	10,0	0,9318
63,1	0,8238	25,0	0,8869	11,0	0,9329
62,0	0,8259	24,0	0,8883	12,1	0,9341
61,1	0,8277	23,0	0,8897	13,1	0,9353
60,0	0,8298	21,9	0,8912	14,2	0,9364
59,1	0,8315	20,9	0,8926	15,3	0,9376
58,0	0,8336	19,9	0,8940	16,0	0,9384
57,1	0,8354	19,1	0,8951	17,1	0,9396
56,0	0,8376	18,0	0,8966	18,2	0,9407
55,0	0,8366	16,9	0,8981	19,3	0,9419
54,1	0,8413	15,9	0,8996	20,0	0,9426
53,1	0,8431	15,0	0,9008	21,2	0,9437
52,1	0,8448	13,9	0,9023	22,2	0,9448
51,1	0,8465	13,1	0,9034	23,1	0,9456
50,1	0,8482	12	0,9049	23,9	0,9464
49,1	0,8499	11,1	0,9060	25,1	0,9476
48,0	0,8516	10	0,9075	26,3	0,9488
47,0	0,8533	8,9	0,9089	27,1	0,9496
46,0	0,8550	8,0	0,9100	28,0	0,9503
45,0	0,8566	7,1	0,9111	29,2	0,9515
43,9	0,8583	5,9	0,9126	30,1	0,9522
43,1	0,8597	5,0	0,9137	35,1	0,9565
42,0	0,8615	3,9	0,9152	40,1	0,9603
41,1	0,8629	3,0	0,9163	45,0	0,9638
40	0,8646	1,9	0,9178	50,3	0,9674
39,1	0,8660	1,0	0,9189	54,8	0,9701
38,0	0,8678	Proof spirit	0,9200	60,4	0,9734
37,1	0,8692			65,3	0,9762
35,9	0,8709	Under proof		70,1	0,9790
35,0	0,8723	1,3 °/o	0,9214	75,4	0,9822
34,1	0,8737	2,2	0,9226	80,4	0,9854
32,9	0,8755	3,1	0,9237	85,2	0,9886
32,0	0,8769	4,0	0,9248	90,2	0,9922
31,0	0,8783	5,0	0,9259	95,4	0,9962
30,0	0,8797	6,0	0,9270	100	1,000
29,0	0,8811	7,0	0,9282		

(76) *Alcoomètre de Tralles.*

Cet instrument donne à + 15°,56 cent. la richesse alcoolique en volume des liquides spiritueux. Il diffère à peine de celui de Gay-Lussac Soit T le degré Tralles et D la densité à 15°,56 on a :

T = 0	D = 0,9991	T = 50	D = 0,9335	T = 85	D = 0,8488
10	0,9857	60	0,9126	90	0,8332
20	0,9751	70	0,8892	95	0,8157
30	0,9646	75	0,8765	100	0,7939
40	0,9510	80	0,863:		

(77) *Quantité d'eau à ajouter à un alcool de titre donné.*

	90 °/o Alcool.	85 °/o Alcool.	80 °/o Alcool.	75 °/o Alcool.	70 °/o Alcool.	65 °/o Alcool.	60 °/o Alcool.	55 °/o Alcool.	50 °/o Alcool.
85	6,56								
80	13,79	6,83							
75	21,89	14,48	7,20						
70	31,10	23,14	15,35	7,64					
65	41,53	33,03	24,66	16,37	8,15				
60	53,65	44,48	35,44	26,47	17,58	8,76			
55	67,87	57,90	48,07	38,32	28,63	19,02	9,47		
50	84,71	73,90	63,04	52,43	41,73	31,25	20,47	10,35	
45	105,34	93,30	81,38	69,54	57,78	46,09	34,46	22,90	11.41
40	130,80	117,34	104,01	90,76	77,58	64,48	51,43	38,46	25,55
35	163,28	148,01	132,88	117,82	102,84	87,93	70,08	58,31	43,59
30	206.22	188,57	171,05	153,53	136,34	118,94	101,71	84,54	67,45
25	266,12	245,15	224,30	203,61	182,83	162,21	141,65	121,16	100,73
20	355,80	329,84	304,01	278,26	252,58	226,98	201,43	175,96	150,55
15	505.27	471,00	436,85	402,81	368,83	334,91	301,07	267,29	233,64
10	804,50	753,65	702,89	652,21	601,60	551,06	500,50	450,19	399,85

Exemple : Pour ramener un alcool de 80 pour 100 (en vol.) au titre de 40 pour 100, on cherche dans la colonne verticale correspondant à 80 pour 100 le nombre correspondant à la ligne horizontale 40 ; on trouve 104. Donc à 100 vol. alcool 80 pour 100, il faut ajouter 104 volumes d'eau pour obtenir de l'alcool à 40 pour 100.

(78) *Densités des mélanges d'alcool* (D = 0,809) *et d'éther.*

Alcool °/o en poids.	Densités.	Alcool °/o en poids.	Densités.	Alcool °/o en poids.	Densités.	Alcool °/o en poids.	Densités.
0	0,729	30	0,756	60	0,779	90	0,801
10	0,737	40	0,765	70	0,786	100	0,809
20	0,747	50	0,772	80	0,798		

(79) *Densités à + 9°*
des mélanges d'alcool méthylique et d'eau (H. Deville).

Densités.	Alcool méthylique. %	Densités.	Alcool méthylique. %	Densités.	Alcool méthylique. %	Densités.	Alcool méthylique. %
0,9857	5	0,9576	30	0,9072	60	0,8371	90
0,9751	10	0,9429	40	0,8873	70	0,8070	100
0,9709	20	0,9232	50	0,8619	80		

(80) *Densités à + 15° de solutions d'acide azotique donnant leur richesse en acide* ($AzHO^3$) *ou en anhydride azotique* (Az^2O^5) %.

Densités.	Degrés de l'aréomètre Baumé.	Composition.	Eau %.	Acide réel %. ($AzHO^3$).	Anhydride azotique %. (Az^2O^5).	Point d'ébullition.
1,522	49,3	Az HO^3	»	100,00	85,8	86°
1,486	46,5	+1/2 H^2O	11,25	88,75	75,1	99
1,452	45,	H^2O	22,22	77,78	66,7	115
1,420	42,6	3/2 H^2O	30,00	70,00	60,1	123
1,390	40,40	2 H^2O	36,36	63,64	54,5	119
1,361	38,20	5/2 H^2O	41,67	58,33	50,1	117
1,338	36,5	3 H^2O	46,16	53,84	46,2	
1,315	34,5	7/2 H^2O	50,00	50,00	42,9	113
1,297	33,2	4 H^2O	53,33	46,67	40,1	
1,277	31,4	9/2 H^2O	56,25	43,75	37,6	
1,260	29,7	5 H^2O	58,82	41,18	35,4	
1,245	28,4	11/2 H^2O	61,11	38,89	33,4	
1,232	27,2	6 H^2O	63,16	36,84	31,6	
1,219	25,8	13/2 H^2O	65,00	35,00	30,1	
1,207	24,7	7 H^2O	66,67	33,33	28,6	108
1,197	23,8	15/2 H^2O	68,18	31,82	27,3	
1,188	22,9	8 H^2O	69,56	30,44	26,1	
1,180	22,0	17/2 H^2O	70,83	29,17	25,0	
1,173	21,0	9 H^2O	72,00	28,00	24,0	
1,166	20,4	19/2 H^2O	73,08	26,92	23,1	
1,160	19,9	10 H^2O	74,07	25,93	22,2	
1,155	19,3	21/2 H^2O	75,00	25,00	21,4	envir. 104°

(81) *Densités à 15° de l'acide azotique* (J. Kolb).

Degrés Baumé.	Densités.	AzO^3H %.	Az^2O^5 %.	Degrés Baumé.	Densités.	AzO^3H %.	Az^2O^5
1	1,007	1,5	1,3	27	1,231	37,0	31,7
2	014	2,6	2,2	28	242	38,6	33,1
3	022	4,0	3.4	29	252	40,2	34,5
4	029	5,1	4,4	30	261	41,5	35,6
5	036	6,3	5,4	31	275	43,5	37,3
6	044	7,6	6,5	32	286	45,0	38,6
7	052	9,0	7,7	33	298	47,1	40,4
8	060	10,2	8,7	34	309	48,6	41,7
9	067	11,4	9,8	35	321	50,7	43,5
10	075	12,7	10,9	36	334	52,9	45,3
11	083	14,0	12,0	37	346	55,0	47,1
12	091	15,3	13,1	38	359	57,3	49,1
13	100	16,8	14.4	39	372	59,6	51,1
14	108	18,0	15,4	40	384	61,7	52,9
15	116	19,4	16,6	41	398	64,5	55,3
16	125	20,8	17,8	42	412	67,5	57,9
17	134	22,2	19,0	43	426	70,6	60,5
18	143	23,6	20,2	44	440	74,4	63,8
19	152	24,9	21,3	45	454	78,4	67,2
20	161	26,3	22,5	46	470	83,0	71,1
21	171	27,8	23,8	47	485	87,1	74,7
22	180	29,2	25,0	48	501	92,6	79,4
23	190	30.7	26,3	49	516	96,0	82,3
24	199	32,1	27,5	49,5	524	98,0	84,0
25	210	33,8	28,9	49,9	530	100,0	85,7
26	221	35,5	30.4				

(82) *Densités des solutions d'acide sulfureux donnant leur richesse en gaz sulfureux* (H. Schiff).

Densités.	SO^2 %.	Densités.	SO^2 %.	Densités.	SO^2 %.
1,0049	2	1,0278	10	1,0553	18
1,0102	4	1,0343	12	1,0629	20
1,0158	6	1,0410	14		
1,0217	8	1,0480	16		

(83) *Densités de l'eau bromée.*

Densités.	Br %.	Densités.	Br %.	Densités.	Br %.
1.009	1,02	1,015	1,87	1,018	2,09
1.012	1,23	1,016	1,95	1,024 (satur.)	3,17

(84) *Densités de l'acide chlorhydrique* (J. Kolb).

100 p. d'acide à 15° correspondent à

Degrés Baumé.	Densités.	HCl gaz °/₀ d'acide.	Acide à 20° B°.	Acide à 22° B°.	Degrés Baumé.	Densités.	HCl gaz °/₀ d'acide.	Acide à 20° B°.	Acide à 22° B°.
1	1,007	1,5	4,7	4,2	17	1,134	26,6	83,3	74.5
2	014	2,9	9,0	8,1	18	143	28,4	88.9	79,5
3	023	4,5	14,1	12,6	19	152	30,2	94,5	84.6
4	029	5,8	18,1	16,2	19,5	157	31,2	97,7	87,4
5	036	7,3	22,8	20,4	20	161	32,0	100,0	89,6
6	044	8,9	27,8	24,4	20,5	166	33,0	103,3	92.4
7	052	10.4	32,6	29 1	21	171	33,9	106,1	94,9
8	060	12,0	37.6	33,6	21,5	175	34,7	108,6	97.2
9	067	13,4	41,9	37,5	22	180	35,7	111,7	100,0
10	075	15,0	46,9	42,0	22,5	185	36,8	115.2	103,0
11	083	16,5	51.6	46,2	23	190	37,9	118,6	106.1
12	091	18,1	56,7	50,7	23,5	195	39,0	122 0	109,2
13	100	19,9	62,3	55,7	24	199	39,8	124,6	111,4
14	108	21,5	67,3	60,2	24,5	205	41,2	130,0	115 4
15	116	23,1	72,3	64,7	25	210	42,4	132,7	119,0
16	125	24,8	77,6	69,4	25,5	212	42,9	134,3	120,1

Les degrés Twaddle donnent directement, à très peu de chose près, la richesse °/₀ en acide chlorhydrique.

(85) *Densités à + 15° des solutions d'acide formique, donnant leur richesse en acide.*

Densités.	CH^2O^2.	Densités.	CH^2O^2.	Densités.	CH^2O^2.
1,025	10	1,124	50	1,201	90
1,053	20	1,142	60	1,223	100
1,080	30	1,161	70		
1,105	40	1,180	80		

(86) *Densités de l'eau de Javel; l'eau-forte du commerce = 18° Baumé. Si on l'additionne pour 100 p. de n parties d'eau, elle marque :*

n.	Degr. Baumé	*n*	Degr. Baumé	*n*.	Degr. Baumé.
25	14°	50	11°,9	150	7°,0
30	13,3	75	11 ,0	175	6 ,2
36	12,6	100	8 ,8	200	5 ,5
42	12,2	125	7 ,7		

(87) *Densités des solutions aqueuses d'acide sulfurique à + 15°* (J. KOLB).

Degrés Baumé.	Densités.	100 parties en poids contiennent				1 litre contient en kilogr.			
		SO^3 p. 100.	H^2SO^4 p. 100.	Acide à 60° Baumé.	Acide à 53° Baumé.	SO^3.	H^2SO^4.	Acide à 60° Baumé.	Acide à 53° Baumé.
0	1,000	0,7	0,9	1,2	1,3	0,007	0,009	0,012	0,013
1	1,007	1,5	1,9	2,4	2,8	0,015	0,019	0,024	0,028
2	1,014	2,3	2,8	3,6	4,2	0,023	0,028	0,036	0,042
3	1,022	3,1	3,8	4,9	5,7	0,032	0,039	0,050	0,058
4	1,029	3,9	4,8	6,1	7,2	0,040	0,049	0,063	0,074
5	1,037	4,7	5,8	7,4	8,7	0,049	0,060	0,077	0,090
6	1,045	5,6	6,8	8,7	10,2	0,059	0,071	0,091	0,107
7	1,052	6,4	7,8	10,0	11,7	0,067	0,082	0,105	0,123
8	1,060	7,2	8,8	11,3	13,1	0,076	0,093	0,120	0,139
9	1,067	8,0	9,8	12,6	14,6	0,085	0,105	0,134	0,156
10	1,075	8,8	10,8	13,8	16,1	0,095	0,116	0,148	0,173
11	1,083	9,7	11,9	15,2	17,8	0,105	0,129	0,165	0,193
12	1,091	10,6	13,0	16,7	19,4	0,116	0,142	0,182	0,211
13	1,100	11,5	14,1	18,1	21,0	0,126	0,155	0,199	0,231
14	1,108	12,4	15,2	19,5	22,7	0,137	0,168	0,216	0,251
15	1,116	13,2	16,2	20,7	24,2	0,147	0,181	0,231	0,270
16	1,125	14,1	17,3	22,2	25,8	0,159	0,195	0,250	0,290
17	1,134	15,1	18,5	23,7	27,6	0,172	0,210	0,269	0,313
18	1,142	16,0	19,6	25,1	29,2	0,183	0,224	0,287	0,333
19	1,152	17,0	20,8	26,6	31,0	0,196	0,233	0,306	0,357
20	1,162	18,0	22,2	28,4	33,1	0,209	0,258	0,330	0,385
21	1,171	19,0	23,3	29,8	34,8	0,222	0,273	0,349	0,407
22	1,180	20,0	24,5	31,4	36,6	0,236	0,289	0,370	0,432
23	1,190	21,1	25,8	33,0	38,5	0,251	0,307	0,393	0,458
24	1,200	22,1	27,1	34,7	40,5	0,265	0,325	0,416	0,486
25	1,210	23,2	28,4	36,4	42,4	0,281	0,344	0,440	0,513
26	1,220	24,2	29,6	37,9	44,2	0,295	0,361	0,463	0,539
27	1,231	25,3	31,0	39,7	46,3	0,311	0,382	0,489	0,570
28	1,241	26,3	32,2	41,2	48,1	0,326	0,400	0,511	0,597
29	1,252	27,3	33,4	42,8	49,9	0,342	0,418	0,536	0,625
30	1,263	28,3	34,7	44,4	51,8	0,357	0,438	0,561	0,654
31	1,274	29,4	36,0	46,1	53,7	0,374	0,459	0,587	0,684
32	1,285	30,5	37,4	47,9	55,8	0,392	0,481	0,616	0,717
33	1,297	31,7	38,8	49,7	57,9	0,411	0,503	0,645	0,751

Degrés Baumé.	Densités.	100 parties en poids contiennent				1 litre contient en kilogr.			
		SO^3 p. 100.	H^2SO^4 p. 100.	Acide à 60° Baumé.	Acide à 53° Baumé.	SO^3.	H^2SO^4.	Acide à 60° Baumé.	Acide à 53° Baumé.
34	1,308	32,8	40,2	51,1	60,0	0,429	0,526	0,674	0,785
35	1,320	33,8	41,6	53,3	62,1	0,447	0,549	0,704	0,820
36	1,332	35,1	43,0	55,1	64,2	0,468	0,573	0,734	0,856
37	1,345	36,2	44,4	56,9	66,3	0,487	0,597	0,765	0,892
38	1,357	37,2	45,5	58,3	67,9	0,505	0,617	0,791	0,921
39	1,370	38,3	46,9	60,0	70,0	0,525	0,642	0,822	0,959
40	1,383	39,5	48,3	61,9	72,1	0,546	0,668	0,856	0,997
41	1,397	40,7	49,8	63,8	74,3	0,569	0,696	0,891	1,038
42	1,410	41,8	51,2	65,6	76,4	0,589	0,722	0,925	1,077
43	1,424	42,9	52,8	67,4	78,5	0,611	0,749	0,960	1,108
44	1,438	44,1	54,0	69,1	80,6	0,634	0,777	0,994	1,159
45	1,453	45,2	55,4	70,9	82,7	0,657	0,805	1,030	1,202
46	1,468	46,4	56,9	72,9	84,9	0,681	0,835	1,070	1,246
47	1,483	47,6	58,3	74,7	87,0	0,706	0,864	1,108	1,290
48	1,498	48,7	59,6	76,3	89,0	0,730	0,893	1,143	1,330
49	1,514	49,8	61,0	78,1	91,0	0,754	0,923	1,182	1,378
50	1,530	51,0	62,5	80,0	93,3	0,780	0,956	1,224	1,427
51	1,540	52,2	64,0	82,0	95,5	0,807	0,990	1,268	1,477
52	1,563	53,5	65,5	83,9	97,8	0,836	1,024	1,311	1,529
53	1,580	54,9	67,0	85,8	100,0	0,867	1,059	1,355	1,580
54	1,597	56,0	68,6	87,8	102,4	0,894	1,095	1,402	1,636
55	1,615	57,1	70,0	89,6	104,5	0,922	1,131	1,447	1,688
56	1,634	58,4	71,6	91,7	106,9	0,954	1,170	1,499	1,747
57	1,652	59,7	73,2	93,7	109,2	0,986	1,210	1,548	1,804
58	1,672	61,0	74,7	95,7	111,5	1,019	1,248	1,599	1,863
59	1,691	62,4	76,4	97,8	114,0	1,055	1,292	1,654	1,928
60	1,711	63,8	78,1	100,0	116,6	1,092	1,336	1,711	1,995
61	1,732	65,2	79,9	102,3	119,2	1,129	1,384	1,772	2,065
62	1,753	66,7	81,7	104,6	121,9	1,169	1,432	1,838	2,137
63	1,774	68,7	84,1	107,7	125,5	1,219	1,492	1,911	2,226
64	1,796	70,6	86,5	110,8	129,1	1,268	1,554	1,990	2,319
65	1,819	73,2	89,7	114,8	138,8	1,332	1,632	2,088	2,434
66	1,842	81,6	100,0	128,0	149,3	1,523	1,842	2,358	2,750

(88) ***Densité de l'acide sulfurique fumant*** **(A. Winkler).**

Cette table donne : la teneur en SO^3 total ; la quantité d'anhydride sulfurique en excès sur l'acide sulfurique normal SO^4H^2, et qui se dégage du mélange par la distillation ; la quantité d'acide normal SO^4H^2 et la quantité d'acide à 66° B contenues dans 100 p. d'acide fumant, le reste étant compté comme anhydride sulfurique.

L'auteur considère l'acide sulfurique à 66° B comme contenant seulement 92,25 pour 100 d'acide normal SO^4H^2, chiffre très différent de ceux des tables **74** et **76** ; ce résultat se rapproche beaucoup des indications de Marignac ; mais, d'après cet auteur, l'acide normal a pour densité à 20° 1,838, tandis que Winkler trouve 1,857.

Densité à 20°.	SO^3 total.	100 p. renferment		
		SO^3 volatil.	SO^4H^2.	Acide à 66° B.
1,835	75,31		92,25	100
1,840	77,38		94,79	91,61
1,845	79,28		97,11	83,92
1,850	80,01		98,01	80,91
1,855	80,95		99,16	77,15
1,860	81,84	1,54	98,46	73,55
1,865	82,12	2,66	97,34	72,43
1,870	82,41	4,28	95,76	71,24
1,875	82,63	5,44	94,56	70,05
1,880	82,81	6,42	93,58	69,62
1,885	82,97	7,29	92,71	68,97
1,890	83,13	8,16	91,94	68,23
1,895	83,43	9,34	90,66	67,48
1,900	83,48	10,07	89,93	66,91
1,905	83,57	10,56	89,44	66,34
1,910	83,73	11,43	88,57	65,91
1,915	84,08	13,33	86,67	64,48
1,920	84,56	15,95	84,05	62,73
1,925	85,06	18,67	81,33	60,51
1,930	85,57	21,34	78,66	58,44
1,935	86,23	25,65	74,35	55,77
1,940	86,78	28,03	71,97	53,54
1,945	87,13	29,94	70,06	52,12
1,950	87,41	31,46	68,54	50,99
1,955	87,65	32,77	67,23	50,02
1,960	88,22	35,87	64,13	47,71
1,965	88,92	39,68	60,32	44,87
1,970	89,83	44,64	55,36	41,19

(89) *Points d'ébullition de l'acide sulfurique dilué* (Lunge).

°/. H^2SO^4.	Degrés.	°/. H^2SO^4.	Degrés.	°/. H^2SO^4.	Degrés.
5	101	56	133	82	218,5
10	102	60	141,5	84	227
15	103,5	62,5	147	86	238,5
20	105	65	153,5	88	251,5
25	106,5	67,5	161	90	262,5
30	108	70	170	91	268
35	110	72	174,5	92	274,5
40	114	74	180,5	93	281 .5
45	118,5	76	189	94	288,5
50	124	78	199	95	295
53	128,5	80	207		

(90) *Densités à 15° des solutions d'acides fluosilicique* (H^2SiFl^6), *bromhydrique, iodhydrique, iodique et arsénique.*

°/. de solution.	H^2SiFl^6.	HBr	HI	I^2O^5	AsO^3H^3.	As^2O^5 équiv.
5	1,0407	1,038	1,045	1,0203	1,0337	4,05
10	1,0834	1,077	1,091	1,0525	1,0690	8,10
15	1,1281	1,117	1,138	1,1223	1,1061	12,15
20	1,1748	1,159	1,187	1,2093	1,1457	16.20
25	1,2235	1,204	1,239	1,2773	1,1882	20.25
30	1,2742	1,252	1,296	1,3484	1,2342	24,30
35	(1)	1,305	1,361	1,4428	1,2840	28,35
40		1,365	1,438	1,5371	1,3382	32.40
45		1,445	1 553	1,6315	1,3973	36.45
50		1,515	1.650	1,7256	1,4617	40,50
55		(2)	(3)	1,8689	1,5320	44,55
60				1,9954	1,6086	48.60
65				2,1209	1,6919	52,65
70					1,7827	56,70

(1) A 34 °/., densité = 1,3162.

(2) La solution saturée a pour densité 1,78 et renferme 82 °/. de gaz, ou 1gr,46 HBr par centimètre cube. L'hydrate défini renferme environ 49 °/. de gaz et bout à 126°.

(3) La solution saturée a pour densité à 14°, 2,026 ; elle renferme sur 100gr. 67gr,1 de gaz et sur 100 cent. cub. 136gr de gaz.

L'hydrate stable bout à 126°, a pour densité 1,70 et renferme 57 °/. de gaz, soit 0gr,95 de gaz par centimètre cube.

(91) *Densités à + 17° des solutions d'acide iodique donnant leur richesse en acide iodique* ($aq = H^2O$).

Densités.	$IO^3H + n$ aq.	Densités.	$IO^3H + n$ aq.	Densités.	$IO^3H + n$ aq.
1,6609	IO^3H+10aq	1,1945	IO^3H+40aq	1,0512	IO^3H+160aq
1,3660	» +20	1,1004	» +80	1,0258	» +320

(92) *Densités à + 17° des solutions d'acide periodique donnant leur richesse en acide periodique* ($aq = H^2O$).

Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.	Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.	Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.
1,4008	IO^6H^5+20aq	1,1121	IO^6H^5+80aq	1,0288	IO^6H^5+320aq
1,2165	» +40	1,0570	» +160		

(93) *Densités à + 15° des solutions d'acide phosphorique, donnant leur richesse en acide et en anhydride phosphorique* (WATTS).

Densités.	PO^4H^3 °/°.	P^2O^5 °/°.	Densités.	PO^4H^3 °/°.	P^2O^5 °/°.
1,476	64,04	47,10	1,236	37,69	27,30
1,442	60,90	44,13	1,197	32,10	23,23
1,418	58,22	42,61	1,162	27,24	19,73
1,384	55,40	40,12	1,136	23,41	16,95
1,356	52,46	38,00	1,109	18,30	13,25
1,328	50,93	36,15	1,066	11,91	8,62
1,293	45,05	32,71	1,031	5,73	4,15
1,268	41,60	30,13	1,006	1,10	0,79

H. Schiff donne une autre table qui conduit à la formule :

$$D = 1 + 0{,}00537p + 0{,}00002886p^2 + 0{,}00000006p^3,$$

où D est la densité de la solution et p le poids de PO^4H^3 pour 100.

(94) *Densités des solutions d'acide cyanhydrique donnant leur richesse en acide cyanhydrique.*

Densités.	HCy °/°.	Densités.	HCy °/°.	Densités.	HCy °/°.
0,9988	1	0,9919	5	0,9811	9
0,9974	2	0,9895	6	0,9781	10
0,9958	3	0,9869	7	0,9716	12
0,9940	4	0 9840	8	0.9570	16

(95) ***Densités à + 15° des solutions d'acide acétique donnant leur richesse en acide acétique cristallisable*** (Oudemans).

Densités.	$C^2H^4O^2$ °/₀	Densités.	$C^2H^4O^2$ °/₀	Densités.	$C^2H^4O^2$ °/₀
1,0007	1	1,0470	35	1,0729	69
1,0022	2	1,0481	36	1,0733	70
1,0037	3	1,0492	37	1,0737	71
1,0052	4	1,0502	38	1,0740	72
1,0067	5	1,0513	39	1,0742	73
1,0083	6	1,0523	40	1,0744	74
1,0098	7	1,0533	41	1,0746	75
1,0113	8	1,0543	42	1,0747	76
1,0127	9	1,0552	43	1,0748	77
1,0142	10	1,0562	44	*idem*	78
1,0157	11	1,0571	45	*idem*	79
1,0171	12	1,0580	46	*idem*	80
1,0185	13	1,0589	47	1,0747	81
1,0201	14	1,0598	48	1,0746	82
1,0214	15	1,0607	49	1,0744	83
1,0228	16	1,0615	50	1,0742	84
1,0242	17	1,0623	51	1,0739	85
1,0256	18	1,0631	52	1,0736	86
1,0270	19	1,0638	53	1,0731	87
1,0284	20	1,0646	54	1,0726	88
1,0298	21	1,0653	55	1,0720	89
1,0311	22	1,0660	56	1,0713	90
1,0324	23	1,0666	57	1,0705	91
1,0337	24	1,0673	58	1,0695	92
1,0350	25	1,0679	59	1,0686	93
1,0363	26	1,0685	60	1,0674	94
1,0375	27	1,0691	61	1,0660	95
1,0388	28	1,0697	62	1,0644	96
1,0400	29	1,0702	63	1,0625	97
1,0412	30	1,0707	64	1,0604	98
1,0424	31	1,0712	65	1,0580	99
1,0436	32	1,0717	66	1,0553	100
1,0447	33	1,0721	67		
1,0459	34	1,0725	68		

Nota. Toutes les densités supérieures à 1,0553 correspondent à *deux* solutions de richesse très différente (65 et 90 pour 100 par exemple). Pour savoir si l'on a affaire à un mélange plus riche que celui qui correspond à la densité maxima (78 pour 100), il suffit d'ajouter un peu d'eau : la densité doit alors s'élever. C'est le contraire qui arrive si la quantité d'acide réel est inférieure à 78 pour 100.

(96) *Densités des solutions alcalines.*

°/₀.	AzH^3.	KHO.	NaHO.	°/₀.	KHO.	NaHO.
1	0,9959	1,009	1,012	36	1,361	1,395
2	9915	017	024	37	374	405
3	9873	025	035	38	387	415
4	9831	033	046	39	400	426
5	9790	041	058	40	412	437
6	9740	049	070	41	425	447
7	9709	058	081	42	438	457
8	9670	065	092	43	450	468
9	9631	074	103	44	462	478
10	9593	083	115	45	475	488
11	9556	092	126	46	488	499
12	9520	101	137	47	499	509
13	9484	110	148	48	511	519
14	9449	119	159	49	525	529
15	9414	128	170	50	539	540
16	9380	137	181	51	552	550
17	9347	146	192	52	565	560
18	9314	155	202	53	578	570
19	9283	166	213	54	590	580
20	9251	177	225	55	604	591
21	9221	188	236	56	618	601
22	9191	198	247	57	630	611
23	9162	209	258	58	642	622
24	9133	220	269	59	655	633
25	9106	230	279	60	667	643
26	9078	241	290	61	681	654
27	9052	252	300	62	695	664
28	9026	264	310	63	705	674
29	9001	276	321	64	718	684
30	8976	288	332	65	729	695
31	8953	300	343	66	740	705
32	8929	311	353	67	754	715
33	8907	324	363	68	768	726
34	8885	336	374	69	780	737
35	8864	349	384	70	790	748

Pour avoir les oxydes anhydres, multiplier le poids de KHO par 0,8393 et celui de NaHO par 0,775.

(97) *Densités des laits de chaux.*

Degrés Baumé.	Densités.	CaO dans 100 k.	CaO dans 100 litres	Degrés Baumé.	Densités.	CaO dans 100 k.	CaO dans 100 litres
10	1,074	10,6	13,3	22	1,180	16,5	24,0
12	1,091	11,6	15,2	24	1,199	17,2	25,3
14	1,107	12,7	17,0	26	1,220	17,8	26,3
16	1,125	13,7	18,9	28	1,241	18,3	27,0
18	1,142	14,7	20,7	30	1,262	18,7	27,7
20	1,161	15,7	22,4				

(98) *Densités à 15° des solutions d'acides tartrique et citrique, donnant leur richesse en acide* (GERLACH).

Densités.	$C^4H^6O^6$ %.	Densités.	$C^4H^6O^6$ %.	Densités.	$C^4H^6O^6$ %.
1,0090	2	1,1072	22	1,2198	42
1,0179	4	1,1175	24	1,2317	44
1,0273	6	1,1282	26	1,2441	46
1,0371	8	1,1393	28	1,2568	48
1,0469	10	1,1505	30	1,2696	50
1,0565	12	1,1615	32	1,2828	52
1,0661	14	1,1726	34	1,2961	54
1,0761	16	1,1840	36	1,3093	56
1,0865	18	1,1959	38	1,3220	(saturé) 57,9
1,0969	20	1,2078	40		

Densités.	$C^6H^8O^7+H^2O$.	Densités.	$C^6H^8O^7+H^2O$.	Densités	$C^6H^8O^7+H^2O$.
1,0074	2	1,1060	26	1,2204	50
1,0149	4	1,1152	28	1,2307	52
1,0227	6	1,1244	30	1,2410	54
1,0309	8	1,1333	32	1,2514	56
1,0392	10	1,1422	34	1,2627	58
1,0470	12	1,1515	36	1,2738	60
1,0549	14	1,1612	38	1,2849	62
1,0632	16	1,1709	40	1,2960	64
1,0718	18	1,1814	42	1,3071	66
1,0805	20	1,1899	44	1,3076	(saturé) 66,1
1,0889	22	1,1998	46		
1,0972	24	1,2103	48		

(99) *Densités à + 15° des solutions aqueuses de glycérine, donnant leur richesse en glycérine* (LENZ, 1880).

$C^3H^8O^3$ °/₀.	Densité.	$C^3H^8O^3$ °/₀.	Densité.	$C^3H^8O^3$ °/₀.	Densité.
5	1,0123	50	1,1320	84	1,2265
10	1,0245	55	1,1455	86	1,2318
15	1,0374	60	1,1582	88	1,2372
20	1,0498	65	1,1733	90	1,2425
25	1,0635	70	1,1889	92	1,2478
30	1,0771	75	1,2016	94	1,2531
35	1,0907	78	1,2106	96	1,2584
40	1,1045	80	1,2159	98	1,2637
45	1,1183	82	1,2212	100	1,2691

(100) *Densités de solutions acides et salines diverses.*

Sel °/₀ de solution.	Acide oxaliq. cristall. à 15°.	Acide tannique (de galle) à 15°.	Alun d'amm. crist. à 17°5.	Alun de potass. crist. à 17°5	Carbon. de sod. anhydre à 15°.	Chlor. de potass. $KClO^3$ à 19°5.	Nitr. de potass. $K Az O^3$ à 15°.	Sulf. de potass. K^2SO^4 à 15°.	Sulfate de sod. anhydre à 19°.
1	1,0032	1,0040	1,0060	1,0049	1,0105	1,007	1,0064	1,0082	1,009
2	0064	0080	0109	1,0100	0210	014	0128	0163	0182
3	0096	0120	0156	1,0152	0315	026	0192	0245	0274
4	0128	0160	0200	1,0205	0420	033	0257	0328	0365
5	0160	0201	0255	1,0258	0525	039	0321	0410	0457
6	0182	0242	0305	1,0310	0631		0387	0495	0550
7	0204	0283		1,0362	0737		0453	0579	0644
8	0226	0325		1,0415	0843		0520	0664	0737
9	0248	0367		1,0469	0950		0586	0750	0832
10	0271	0409		1,0523	1057		0652	(4)	0927
11	0289			1,0578	1165		0721		1025
12	0309			1,0635	1274		0790		(5)
13	(1)			1,0690	1384		0860		
14					1495		0929		
15					(2)		0998		
16							1070		
17							1143		
18							1215		
19							1287		
20							1360		
							(3)		

(1) Solution saturée, D = 1,032 ; 12,6 °/₀ d'acide ($C^2H^2O^4$ + 2 aq). — (2) Solut. sat., 14,35 °/₀ de sel, CO^3Na^2 ; D = 1,1536 ; multiplier par 2,698 pour avoir le sel cristallisé à 10 aq. — (3) Solut sat., 21,07 °/₀ de sel, D = 1,1436. — (4) Solut. sat., 9,92 °/₀ de sel, D = 1,08305. — (5) Solut. sat., 11,95 °/₀ de sel, Na^2SO^4, D = 1,1117 ; multiplier par 2,268 pour avoir le sel cristallisé à 10 aq.

Sel %.	Chlor. d'ammonium à 15°.	Chlorure de potass. à 15°.	Chlorure de sodium à 15°.	Carbonate de potass. à 15°.	Bioxalate de potassium.	Bichr. de potass. à 20°.	Émétique.	Sel %.	Carbonate de potass. (Suite.)
1	1,0032	1,0065	1,0072	1,0091	1,0055	1,007	1,007	27	1,2679
2	0063	0130	0145	0183	0110	015	012	28	2789
3	0095	0195	0217	0274	0164	022	018	29	2900
4	0126	0260	0290	0366	0218	029	027	30	3010
5	0158	0325	0362	0457	0271	037	035	31	3126
6	0188	0392	0436	0551		043	041	32	3242
7	0218	0458	0511	0645		050		33	3358
8	0248	0525	0585	0740		056		34	3473
9	0278	0591	0659	0834		065		35	3588
10	0308	0658	0733	0928		073		36	3708
11	0337	0727	0810	1026		080		37	3828
12	0366	0796	0886	1124		090		38	3948
13	0395	0865	0962	1222		097		39	4067
14	0432	0934	1038	1320		103		40	4187
15	0452	1004	1115	1418		110		41	4310
16	0480	1075	1194	1520				42	4434
17	0509	1146	1270	1622				43	4557
18	0537	1218	1352	1724				44	4681
19	0565	1289	1431	1826				45	4804
20	0593	1361	1511	1929				46	4931
21	0620	1435	1593	2034				47	5059
22	0648	1509	1675	2140				48	5186
23	0675	1583	1758	2246				49	5313
24	0703	1657	1840	2352				50	5441
25	0730	(2)	1923	2457				51	5573
26	0737		2010	2568				52	5705
	(1)		(3)					(4)	

(1) Solution saturée, 26,3 °/o de sel, D = 1,0766.
(2) Solution saturée, 24,9 °/o de sel, D = 1,1723.
(3) Solution saturée, 26,4 °/o de sel, D = 1,2043.
(4) Solution saturée, 52,02 °/o de sel, D = 1,5708.

(101) *Densités à 19°,5 des solutions de bromures alcalino-terreux.*

Densités.	$BaBr^2$ dans 100 p d'eau.	Densités.	$SrBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$CaBr^2$ dans 100 p. d'eau.
1,1440	17,81	1,1327	16,15	1,1386	17,65
1,3005	38,83	1,2620	33,05	1,2660	35,43
1,4507	60,92	1,3784	49,51	1,3983	55,91
1,5816	81,97	1,5106	69,57	1,5214	77,04
1,7115	104,68	1,6809	98,13	1,6517	102,56

(102) *Densités à + 19°,5 des solutions de bromure de magnésium, de zinc et de cadmium, donnant leur richesse en bromure* (KREMERS).

Densités.	$MgBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$ZnBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$CdBr^2$ dans 100 p. d'eau.
1,0965	12,2	1,1715	20,6	1,2337	29,8
1,1864	24,5	1,3270	42,6	1,4690	64,3
1,2811	38,3	1,3371	43,9	1,6496	94,1
1,4386	64,2	1,6101	91,4		
1,5693	88,6	1,7190	112,7		
		1,8797	150,3		
		2,1095	211,1		
		2,1441	224,7		
		2,3914	318,3		

(103) *Densités à + 19°,5 des solutions d'iodure de baryum, de strontium et de calcium, donnant leur richesse en iodure* (KREMERS)

Densités.	BaI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	SrI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	CaI^2 dans 100 p. d'eau.
1,045	5	1,045	5	1,044	5
1,2157	27,0	1,2160	27,5	1,1854	24,3
1,4099	53,8	1,4329	58,4	1,3786	52,7
1,6186	85,8	1,6269	89,9	1,5558	82,4
1,7953	115,6	1,8349	127,9	1,6845	106,6
1,9535	146	1,9725	156,9	2,0065	190,4

(104) *Densités à + 19°,5 des solutions d'iodure de magnésium, de zinc et de cadmium, donnant leur richesse en iodure* (KREMERS).

Densités.	MgI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	ZnI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	CdI^2 dans 100 p. d'eau.
1,043	5	1,045	5	1,044	5
1,1121	14,2	1,1715	21,5	1,088	10
1,2185	28,5	1,3486	46,4	1,138	15
1,3563	48,6	1,5780	85,0	1,1681	21,4
1,4945	70,6	1,7815	126,3	1,319	30
1,6623	100,5	1,9906	177,9	1,3286	43,7
1,9098	151,4	2,1853	232,0	1,6139	88,5

(105) *Densités des solutions de quelques chlorures, bromures et iodures.*

Quantité de sel.	Zn Cl² °/₀ à 19°5.	Cd Cl² °/₀ à 19°5.	Li Cl °/₀ à 15°.	K Br °/₀ à 19°5.	Na Br °/₀ à 19°5.	Li Br d. 100 p. eau à 19°5.	K I d. 100 p. eau à 19°5.	Na I d. 100 p. eau à 19°5.	Li I d. 100 p. eau à 19°,5
5	1,045	1,045		1,037	1,040	1,035	1,038	1,040	1,038
10	091	089	1,0580	070	080	072	078	082	079
15	137	140		116	125	113	120	128	124
20	186	195	1172	159	174	156	166	179	172
25	238	256		207	226	204	218	234	224
30	291	321	1819	256	281	254	271	294	280
35	352			309	344	309	331	360	344
40	420	472	2557	366	410	368	396	432	414
45	488		(1)	430	483	500			
50	566	656		500	565	580	546	600	575
55	650								
60	740	890					734	810	777

(1) Solution saturée 43,2 °/₀ de sel, D 1,2827.

(106) *Densités des solutions de ferricyanure, de nitrate de sodium et de quelques sulfates.*

Sel °/₀	Ferricyanure de potassium anhydre à 15°.	Nitrate de sodium à 19°5.	Alun de chrome et pot. crist. à 17°5.	Sulfate de manganèse + 4 aq crist. à 15°.	Sulfate d'ammonium à 19°.
5	1,0261	1,0332	1,0174		
10	0538	0676	0342	1,065	
15	0831				1,0575
20	1139	1418	0746	136	0862
25	1462				1149
30	1802	2239	1274	215	1439
35					1724
40		3155	1896	304	2004
45					2284
50		4180	2894	399	2583
55				451	
60			4566		
70			6362		

(107) *Densité des solutions de quelques nitrates.*

°/o	Nitrate de cadmium anh. à 17°5.	Nitrate de calcium crist. à 17°5.	Nitrate de cobalt anh. à 17°5.	Nitrate de cuivre anh. à 17°5.	Nitrate ferrique anh. à 17°5.	Nitrate de zinc anh. à 17°5.	Nitrate d'ammonium à 17°5.
10	1,0978	1,059	1,0906	1,0942	1,0770	1,0968	1,042
20	2134	124	1936	2037	1612	2024	086
30	3566	195	3199	3299	2622	3268	131
40	5372	272	4662	4724	3766	4572	179
50	7608	355			3972	5984	230
60		445			6572		283

(108) *Densité à + 15° des solutions de sulfocarbonate de potassium donnant leur richesse en sulfocarbonate* CS^3K^2 *et en sulfure de carbone* CS^2 (DELACHANAL).

Densité.	CS^3K^2 °/o.	CS^2 °/o.	Densité.	CS^3K^2 °/o.	CS^2 °/o.
1,036	5,2	2,12	1,332	43,5	17,70
1.075	10,7	4,37	1.357	46,2	18,85
1,116	16,1	6,57	1,383	48,9	19,95
1,161	22,0	8,98	1,410	51,8	21,13
1,209	28,5	11,63	1,453	56,4	23,01
1,262	35,0	14,28	1,530	63,7	25,99
1,284	37,8	15,42	1,580	68,0	27,74
1,308	40,7	16,60			

(109) *Densité des solutions de tartrate de potassium neutre cristallisé, de tartrate de sodium et de tartrate sodico-potassique.*

Sel °/o.	$C^4H^4O^6K^2$. Densité à 17°5.	Sel °/o.	$C^4H^4O^6Na^2$, 2 aq. Densité à 17°5.	Sel °/o.	$C^4H^4O^6KNa$,4aq. Densité à 17°5.
10	1,065	5	1,0300	10	1,051
20	1,135	10	1,0610	20	1,105
30	1,211	15	1,0925	30	1,162
40	1,293	25	1,1575	40	1,223
50	1,381	35	1,2285	50	1,289

(110) *Densités de quelques solutions de chlorures.*

sel °/°	Al^2Cl^6 à 15°.	$BaCl^2$ à 15°.	$CaCl^2$ à 15°.	$CoCl^2$ ($NiCl^2$) à 17°5.	$CuCl^2$ à 17°5.	Fe^2Cl^6 à 17°5.	$MgCl^2$ à 15°.	$SnCl^2$ + 2 aq à 15°.	$SrCl^2$ à 15°.
2	1,0144	1,0183	1,0170	1,0198	1,0182	1,0146	1,0169	1,013	1,0181
4	0288	0367	0341	0396	0364	0292	0338	026	0363
6	0435	0557	0515	0595	0548	0439	0510	040	0548
8	0584	0754	0682	0795	0734	0587	0684	054	0738
10	0734	0951	0869	0997	0920	0734	0859	068	0929
12	0890	1164	1056	1228	1178	0894	1040	083	1133
14	1047	1378	1243	1460	1436	1054	1220	097	1337
16	1207	1600	1433	1711	1696	1215	1404	113	1549
18	1379	1830	1628	1977	1958	1378	1592	128	1769
20	1537	2061	1822	2245	2223	1542	1780	144	1989
22	1709	2317	2028	2547	2501	1746	1978	161	2225
24	1881	2574	2234	2849	2779	1950	2175	177	2462
26	2058	(2)	2445		3058	2155	2378	194	2708
28	2241		2662		3338	2365	2586	212	2964
30	2422		2879		3618	2568		230	3220
32	2615		3104		3950	2778		249	3495
34	2808		3330		4287	2988		268	(4)
36	3007		3561		4615	3199		288	
38	3211		3797		4949	3411		309	
40	3415		4033		5284	3622		330	
42	(1)		(3)			3870		352	
44						4118		374	
46						4367		397	
48						4617		421	
50						4867		445	
52						5153		471	
54						5439		497	
56						5729		525	
58						6023		554	
60						6317		582	
62								613	
64								644	
66								677	
68								711	
70								745	
72								783	
74								821	

(1) Solution saturée 41,13 °/° de sel : D = 1,3536.
(2) Solution saturée 25,97 °/° de sel : D = 1,2827.
(3) Solution saturee 40,46 °/° de sel : D = 1,4110.
(4) Solution saturée 33,38 °/° de sel : D = 1,3685.

(111) *Densités* + 15° *des solutions de chlorure stannique, donnant leur richesse en chlorure* $SnCl^4 + 5 H^2O$ (GERLACH).

Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.
1,012	2	1,2268	34	1,538	66
1,024	4	1,242	36	1,563	68
1,036	6	1,259	38	1,587	70
1,048	8	1,2755	40	1,614	72
1.059	10	1,293	42	1,641	74
1,072	12	1,310	44	1,669	76
1,084	14	1,329	46	1,698	78
1,097	16	1,347	48	1,727	80
1,110	18	1,366	50	1,759	82
1,1236	20	1,386	52	1,791	84
1,137	22	1,406	54	1,824	86
1,151	24	1.426	56	1,859	88
1,165	26	1,447	58	1,893	90
1.180	28	1,468	60	1,932	92
1,195	30	1,491	62	1,969	94
1,210	32	1,514	64	1,988	95

(112) *Densités des solutions de nitrate d'argent.*

Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.	Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.	Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.
1.041	5	1,080	10	1,160	20
1,050	6	1,100	12	1,206	25
1,058	7	1,125	15	1,251	30
1,064	8	1,150	18		

(113) *Densités des solutions de chlorate de sodium.*

Densités.	$NaClO^3$ °/₀.	Densités.	$NaClO^3$ °/₀.
1,007	1	1,070	10
1,015	2	1,125	20,1
1,024	3	1.184	24,5
1 031	4	1,248	31,5
1,039	5	1.294	36,2

(114) *Densités de solutions d'hyposulfite de soude, de ferrocyanure de potassium, de quelques nitrates, etc.*

Sel °/o	Hypos. de sod. + 5 aq. à 19°.	Nitr. de bary. à 19°5.	Nitr. de stront. à 19°5.	Nitrate de magné. à 21°.	Nitrate de plomb à 15°.	Oxalate de potass. à 17°5.	Chrom. de potass. à 20°.	Chlor. de platine	Ferroc. de potass. à 15°.
2	1,0105	1,017	1,017	1,0078	1,0163	1,0134	1,0161	1,018	1,0116
4	0211	034	034	0158	0331	0268	0325	036	0234
6	0317	050	049	0239	0502	0401	0492	056	0356
8	0423	069	068	0321	0682	0529	0663	076	0479
10	0529	087	085	0405	0869	0656	0837	097	0605
12	0639			0490	1059	0784	1014	119	0734
14	0751			0577	1257	0912	1195	141	0866
16	0863			0663	1463	1043	1380	165	0999
18	0975			0752	1677	1175	1570	188	1136
20	1087		181	0843	1902	1306	1765	214	1275
22	1204			0934	2132		1964	242	
24	1322			1026	2372		2169	270	
26	1440			1120	2620		2379	300	
28	1558			1216	2876		2592	330	
30	1676		292	1318	3140		2808	362	
32	1800			1410	3416		3035	395	
34	1924			1508	3702		3268	431	
36	2048			1608	3996		3505	469	
38	2172			1709			3746	500	
40	2297		422	1811			3991	546	
42	2427			1914				591	
44	2558			2019				641	
46	2690			2126				688	
48	2822			2231				736	
50	2954			2340				785	

(115) *Densités à* + 15° *des solutions de sulfocyanate d'ammonium, donnant leur richesse en* $CAzS.AzH^4$.

Densités.	Sel °/o.	Densités.	Sel °/o.	Densités.	Sel °/o.
1,020	10	1,034	14,2	1,070	25
1,026	11,1	1,042	16,6	1,077	33,3
1,031	12,5	1,050	20	1,137	50

(116) *Densités des solutions de quelques sulfates.*

Sel °/°.	Sulfate de cuivre cristallisé. $CuSO^4$ + 5 aq. à 15°.	Sulfate ferreux cristall. $FeSO^4$ + 7 aq. à 15°.	Sulfate ferroso-ammonique $Fe(AzH^4)^2(SO^4)^2$ + 6 aq. à 15°.	Sulfate ferrique. $Fe^2(SO^4)^3$ à 17°5.	Sulfate de magnésium anhydre. $MgSO^4$ à 15°.	Sel cristallisé. $MgSO^4$ + 7 aq. correspondant.	Sulfate de zinc crist. $ZnSO^4$ + 7 aq. à 15°.
2	1,0126	1,011	1,013	1,077	1,0206	4,60	1,013
4	0254	021	024	034	0412	8,10	025
6	0384	032	036	0512	0623	12,29	035
8	0516	043	047	0684	0838	16,39	047
10	0649	054	061	0854	1053	20,49	059
12	0785	065	073	1042	1281	24,58	073
14	0923	077	086	1230	1508	28,68	085
16	1063	088	098	1424	1742	32,78	097
18	1208	100	114	1624	1982	36,88	110
20	1354	112	126	1826	2221	40,98	124
22	1501	125	130	2066	2472	45,07	130
24	1659	137	150	2306	2722	49,17	157
26		149	164	2559	(2)		164
28		161	179	2825			179
30		174	193	3090			193
32		187	(1)	3368			209
34		200		3646			244
36		213		3923			240
38		226		4217			255
40		239		4506			271
42				4824			288
44				5142			304
46				5468			320
48				5808			337
50				6148			352
52				6508			370
54				6868			390
56				7241			406
58				7623			425
60				8006			445

(1) **Solution saturée 33,3 °/° de sel, D = 1,165 (?).**

(2) **Solution saturée 25,25 °/° de sel, soit 51,726 de sel à 7 aq.; D = 1,2880.**

(117) *Densités des solutions de quelques acétates.*

Sel %.	Acétate de sodium.	Acétate de calcium.	Acétate de baryum.	Acétate de plomb.	Sel %.	Acétate de plomb.
2	1,0116	1,0132	1,0174	1,0127	32	1,2395
4	0232	0264	0348	0255	34	2578
6	0341	0362	0500	0336	36	2768
8	0439	0426	0628	0520	38	2966
10	0538	0492	0758	0654	40	3163
12	0644	0562	0902	0796	42	3376
14	0750	0632	1046	0939	44	3588
16	0856	0708	1201	1084	46	3810
18	0910	0792	1363	1234	48	4043
20	1074	0874	1522	1384	50	4271
22	1194	0976	1694	1544		
24	1314	1078		1704		
26	1440	1139		1869		
28	1572	1307		2040		
30	1706	1426	2402	2211		

(118) *Densités des solutions de phosphate de sodium.*

Densités.	Na^2HPO^4, 12 aq. %.	Densités.	Na^3PO^4, 12 aq. %.
1,0067	1,165	1,0193	4,4
0114	2,330	0393	8,8
0160	3.495	0495	11,0
0198	4,659	0812	17,6
0220	5,294	1035	22,03
0292	6,988		
0442	10,588		

(119) *Densités des solutions d'arséniate de sodium.*

Densités.	NaH^2AsO^4, 12 aq. %.	Densités.	Na^2HAsO^4, 12 aq. %.	Densités.	Na^3AsO^4, 12 aq. %.
1,0226	4,22	1,0169	4	1,0193	4,4
0460	8,44	0344	8	0393	8,8
0577	10,55	0525	12	0495	11,0
0938	16 88	0714	16	0812	17,6
1186	21,10	1102	23,9	1035	22,03
		1722	35,9		

(120) *Densité des solutions de fluorure de sodium.*

°/₀ de sel.	Densité à 15°.	°/₀ de sel.	Densité à 15°.
1,1081	1.0110	3,3243	1,0333
2,2162	1,0221	saturé	1,0486

(121) *Densité des solutions d'acétate de potasse anhydre.*

°/₀ de sel.	Densité à 15°.	°/₀ de sel.	Densité à 15°.
10	1,049	40	1,2105
20	1,1005	50	1,2685
30	1,1545	60	1,3285

(122) *Densité des solutions d'acide chromique.*

°/₀ de CrO^3.	Densité à 17°5.	°/₀ de CrO^3.	Densité à 17°5.
5	1,037	30	1,258
10	1,076	40	1,373
15	1,118	50	1,512
20	1,162	60	1,665
25	1,208		

(123) *Densité des solutions de quelques sels.*

°/₀ de sel.	Alun de fer cristallisé à 17°5.	Tungstate de soude cristall. à 24°5.	Nitrate de nickel anhydre à 17°5.	Nitrate de manganèse cristall. à 8°.
5	1,0268	1,036	1,0463	1,0253
10	1,0466	1,075	1,0903	1,0517
15	1,0672	1,119	1,1375	1,0792
20	1,0894	1,166	1,1935	1,1078
25	1,1136	1,215	1,2534	
30	1,1422	1,274	1,3193	1,1688
35		1,349	1,3896	
40		1,430	1,4667	1,2352
50				1,3074
60				1,3861
70				1,4721

(124) *Conversion des taux de sucre pour 100, ou degrés Brix, en degrés Baumé et en densités à 17°,5.*

Brix.	Baumé.	Densités.	Brix.	Baumé.	Densités.
0	0	1,0000	57	30,82	1,2724
2	1,11	1,0078	58	31,34	1,2782
4	2,23	1,0157	59	31,85	1,2840
6	3,34	1,0237	60	32,36	1,2899
8	4,45	1,0319	61	32,89	1,2958
10	5,56	1,0401	62	33,38	1,3018
12	6,66	1,0485	63	33,89	1,3078
14	7,77	1,0570	64	34,40	1,3138
16	8,87	1,0657	65	34,90	1,3199
18	9,97	1,0744	66	35,40	1,3260
20	11,07	1,0833	67	35,90	1,3322
22	12,17	1,0923	68	36,41	1,3384
24	13,26	1,1015	69	36,91	1,3446
26	14,35	1,1107	70	37,40	1,3509
28	15,44	1,1201	71	37,90	1,3572
30	16,53	1,1297	72	38,39	1,3636
32	17,61	1,1393	73	38,89	1,3700
34	18,69	1,1491	74	39,38	1,3764
35	19,23	1,1541	75	39,87	1,3829
36	19,71	1,1591	76	40,36	1,3894
37	20,30	1,1641	77	40,84	1,3959
38	20,84	1,1692	78	41,33	1,4025
39	21,37	1,1743	79	41,81	1,4092
40	21,91	1,1794	80	42,29	1,4159
41	22,44	1,1846	81	42,78	1,4226
42	22,97	1,1898	82	43,25	1,4293
43	23,50	1,1950	83	43,73	1,4361
44	24,03	1,2003	84	44,21	1,4430
45	24,56	1,2056	85	44,68	1,4499
46	25,09	1,2110	86	45,15	1,4568
47	25,62	1,2164	87	45,62	1,4638
48	26,14	1,2218	88	46,09	1,4708
49	26,67	1,2278	89	46,56	1,4778
50	27,19	1,2328	90	47,02	1,4849
51	27,71	1,2383	92	47,95	1,4992
52	28,24	1,2439	94	48,86	1,5136
53	28,75	1,2495	96	49,77	1,5281
54	29,27	1,2552	98	50,67	1,5429
55	29,79	1,2609	100	51,56	1,5578
56	30,31	1,2666			

(125) *Densités des solutions d'albumine.*

°/₀₀	Densités.	°/₀₀	Densités.	°/₀₀	Densités.
5	1,013	20	1,052	49	1,106
10	1,026	30	1,078	60	1,135

(126) ***Tableau des degrés Baumé que doivent marquer les solutions salines bouillantes pour fournir de beaux cristaux par le refroidissement*** (E. Finot et A. Bertrand.)

Le degré Baumé est pris en plongeant l'aréomètre dans la solution bouillante pendant l'évaporation.

Acétate d'ammonium....	14°	Borax..................	24°
— de cuivre.......	5°	Bromure d'ammonium ..	30°
— maganèse	26°	— de cadmium...	65°
— nickel..........	30°	— de potassium..	40°
— plomb..........	42°	— de sodium.....	55°
— sodium.........	22°	— de strontium ..	50°
— zinc............	20°	Carbonate de sodium....	28°
Acide borique..........	6°	Chlorate de baryum.....	40°
— oxalique.........	12°	— de potassium...	22°
— tartrique.........	35°	— de sodium.....	43°
Alun d'ammonium......	20°	— de strontium...	65°
— de potassium	20°	Chlorure d'ammonium..	12°
Arséniate d'ammonium..	50°	— de baryum....	35°
— de potassium .	36°	— de calcium....	40°
— de sodium ..	36°	— de cobalt......	41°
Azotate d'ammonium (1).	28 à 30°	— de cuivre. ...	45°
— de baryum......	18°	— d'étain (proto-)	75°
— bismuth........	70°	— ferreux... ...	50°
— calcium.........	55°	— magnésium...	35°
— cobalt..........	50°	— manganèse. ..	47°
— magnésium......	55°	— nickel........	50°
— cuivre..........	45°	— potassium	25°
— plomb..........	50°	— strontium.....	34°
— potassium.......	28°	— zinc et ammon.	43°
— sodium.........	40°	Bichromate d'ammonium	28°
— strontium.......	40°	— de potassium	38°
— zinc...........	55°	Chromate de sodium....	45°
Baryte hydratée.........	12°	Citrate de potassium....	36°
Benzoate d'ammonium ..	5°	— de sodium......	36°
— de calcium....	2°	Cyanure de mercure ...	20°

(1) Solution ammoniacale.

Ferrocyanure de potas. .	38°	Sulfate d'ammonium....	28°
Formiate de baryum....	32°	— de cobalt.......	40°
— sodium { en été..	30°	— de cuivre.......	30°
— sodium { en hiver.	25°	— de cuivre ammon.	35°
Hyposulfate de baryum..	24°	— ferreux.........	31 à 32°
— de sodium..	24°	— — ammoniacal. { en été..	31 à 32°
Hyposulfite d'ammonium	37°	— — ammoniacal. { en hiver.	28°
— magnésium..	40°	— de magnésium ..	40°
— sodium.....	03°	— de manganèse...	44°
— calcium.....	45°	— de nickel.......	40°
Iodure de potassium....	60°	— nickel ammon...	18°
Lactate de calcium	8°	— de potassium ...	15°
— de magnésium..	6°	Bisulfate de potassium..	35°
— de manganèse..	8°	Sulfate de sodium......	30°
Mannite { en été	8°	— de zinc.........	45°
Mannite { en hiver.......	7°	Sulfite de sodium	25°
Oxalate d'ammonium...	5°	Sulfocyanate ammonique	18°
— ferrico-ammonique....... ..	30°	Sulfovinate de baryum..	43°
— de potassium ...	30°	— de sodium...	37°
Permanganate de potas..	25°	— de calcium..	36°
Phosphate d'ammonium.	35°	Tartrate d'ammonium ..	25°
— de sodium...	20°	— de fer.........	40°
— sod. ammon..	17°	Tartrate neutre de potas	38°
Pyrophosphate de sodium	18°	— potas. sod. ..	36°
Sulfate d'aluminium....	25°	Tungstate de sodium....	45°

En été, il est nécessaire de pousser l'évaporation un peu plus loin, de telle sorte que le liquide marque deux ou trois degrés Baumé de plus que les nombres du tableau.

Section XI. — Chaleur.

(127) *Mélanges réfrigérants de liquides et de sels pris à* 10°.

	Proportion.	Temp. obtenue.
Eau	1	—16°
Azotate d'ammonium pulvérisé.......	1	
Sel ammoniac pulvérisé.............	5	12
Azotate de potassium pulvérisé......	5	
Eau	16	
Acide chlorhydrique................	5	18
Sulfate de sodium pulvérisé.........	8	

(128) *Mélanges de neige et de sel à 0°.*

	Proportion.	Temp. obtenue.
Neige	1	—18°
Sel marin	1	
Neige	2	51
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé	3	
Neige refroidie à —18°	1	55
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé, à —18°	2	
Acide sulfurique avec 1/2 v. d'eau, refroidi à 0°	1	33
Neige	2	

(129) *Points de fusion et d'ébullition de quelques corps minéraux.*

	Fusion.	Ébullition.
	0	0
Acide arsénieux		220
— azotique monohydraté AzO^3H	—47	86
— — quadrihydr. $AzO^6H+\frac{3}{2}H^2O$		123
— carbonique		—78
— chlorhydrique D = 1,11		110
— cyanhydrique	—13,8	26,2
— hypoazotique (peroxyde d'azote)	—9	21,6
— iodhydrique D = 1,70		128
— sulfureux	—79	—10
— sulfurique anhydre	16	46
— — dit monohydraté (SO^4H^2)	pur 10,5	ord. 338
Acier	1410	
Alliage, 82 p. plomb, 18 p. antimoine	260	
— de Darcet 5pPb,3pSn,8pBi)	94	
Aluminium	625	
Ammoniaque (gaz)	—75	—38,5
Antimoine	440	
Argent	954	
Arsenic	410	412
Protoxyde d'azote	—99	—92
Azotate d'argent	218	
Bismuth	265	
Brome	—7,3	63
Bromure phosphoreux		172,9

	Fusion.	Ébullition.
	°	°
Bromure de silicium	— 15	153,4
Bronze	900	
Cadmium	320	815
Chlorure antimonieux	73	223
— d'argent	451	
— d'arsenic		130,2
— de cyanogène liquide	— 5	15,5
— de cyanogène solide	140	190
— d'étain (proto-)	250	620
— — (per-)		114
— d'iode (proto-)	25	101
— mercurique	293	303
— phosphoreux		76
— phosphorique	148	148
— de silicium		57,6
— de soufre (proto-)		138
— — (oxy, $SOCl^2$)		78,8
— de sulfuryle (SO^2Cl^2)		70
— de zinc	262	710
Cuivre	1054	
Laiton	1015	
Eau de mer	— 2,5	103,7
Étain	226	
Fer doux	1600	
Fonte grise	1220	
Gallium	30,15	
Iode	113,5	> 200
Iridium	1950	
Lithium	180	
Magnésium	750	
Mercure	— 38,5	357,2
Or fin	1045	
— à 900/1000	1180	
Oxychlorure de phosphore	— 1,5	107,2
Palladium	1500	
Phosphore	44,2	290
Platine	1775	
Plomb	335	1040
Potassium	62,5	700
Sodium	96	710
Soufre	113,6	448,3
Sulfure de carbone	— 110	46
Zinc	412	929

	Fusion.	Ébullition.
Persulfure de phosphore P^2S^5	275°	530°
Sulfochlorure —		125
Oxybromure —	45	193
Bromure arsénieux	25	220
Iodure arsénieux	146	400
Acide fluorhydrique à 48,170/0 HFl		125
Chlorure de bore		18
Anhydride borique	577	
Acide —	185	
— hypochloreux		19
54,3 ou 1 mol. AzO^3K et 45,7 ou 1 mol. $NaAzO^3$	225,6	
Oxychlorure de carbone		8,2
Acide pyrosulfurique $H^2S^2O^7$	35	

Nota. Pour les composés organiques, voyez les tables **195** et suiv.

(130) *Points d'ébullition de quelques solutions saturées.*

Nom du sel dissous.	Point d'ébullition.	Quantité de sel pour 100 d'eau.
Acétate de potassium	169°	800
— de sodium	124,4	209
Azotate d'ammonium	164	209
— de calcium	151	362
— de potassium	116	335
— de sodium	121	224,8
Carbonate de potassium	135	205
— de sodium	104,6	48,5
Chlorate de potassium	104,2	61,5
Chlorure d'ammonium	114,2	89
— de baryum	104,4	60
— de strontium	117,8	117,5
— de calcium	179,5	325
— de potassium	108,4	59,4
— de sodium	108,4	40,2
Phosphate de sodium	106,6	112,6
Tartrate neutre de potassium	114,7	276,2

(131) *Cryoscopie.*

Soit M le poids moléculaire de la substance dissoute, p son poids en grammes, D le poids du dissolvant en grammes, a l'abaissement du point de congélation de la solution, on a, K étant une constante,

$$M = \frac{Kp}{aD}.$$

La constante K a été déterminée empiriquement (au moyen de corps de poids moléculaire connu), ou par la formule de M. Van 't Hoff.

$$K = \frac{1,98\,T^2}{L},$$

dans laquelle T représente la température de congélation, comptée depuis le zéro absolu, et L la chaleur latente de fusion du dissolvant.

Valeurs de K pour les principaux dissolvants :

Dissolvants.	Temp. congél.	K (van 't Hoff).	K empirique.
Eau	0°	1890	1850
Acide acétique	16°,7	3880	3900
Phénol	39°	7600	7400
Benzène	5°,5	5100	4900
Bromure d'éthylène	7°,9	11900	11800
Nitrobenzine	5°,3	6950	7070

(132) *Ébullioscopie.*

Si l'on désigne par p le poids de substance dissoute dans un poids D de dissolvant, par a l'élévation du point d'ébullition de la solution, le poids moléculaire M est donné par

$$M = \frac{Kp}{aD}.$$

Valeurs de K.

Éther éthylique	2110	Acétate d'éthyle	2610
Benzène	2670	Acétone	1670
Chloroforme	3660	Eau	520
Sulfure de carbone	2370	Bromure d'éthylène	6320
Acide acétique	2530	Aniline	3220
Alcool éthylique	1150	Phénol	3040

(133) *Chaleurs spécifiques moyennes de quelques corps employés en calorimétrie (petites calories).*

Platine ou iridium.	Entre 0° et 100° C =	0,0323	Eau à 0° C = 1
	0° et 500°	0,0347	entre 0° et 20° 1,0005
	0° et 1000°	0,0377	0° et 30° 1,0013
Palladium.	0° et 100°	0,0592	0° et 100° 1,005
	0° et 500°	0,0632	

(134) *Chaleurs spécifiques moléculaires de quelques solides* (1).

(Pour les chaleurs spécifiques des éléments, voyez table **2**.)

Fluorure.		*Iodures.*	
CaFl	16,8	KI	13,5
Chlorures.		NaI	13
KCl	12,9	AgI	14,4
NaCl	12,5	HgI	13
LiCl	11,9	HgI^2	19
AzH^4Cl	20	CuI	13
AgCl	13,1	PbI^2	19,6
HgCl	12,4	*Oxydes.*	
$HgCl^2$	18,8	MgO	9,8 à 11
CuCl	13,6	$MgO.H^2O$	18
$PbCl^2$	18,4	MnO	11,2
$BaCl^2$	18,6	MnO^2	13,8
$SrCl^2$	19	NiO	11,8
$CaCl^2$	18,4	ZnO	10,2 à 10,8
$MgCl^2$	18,6	PbO	11,4 à 12,2
$MnCl^2$	18	Pb^3O^4	41,8
$ZnCl^2$	18,4	Cu^2O	15,2 à 15,8
$SnCl^2$	19,2	CuO	10,2 à 11,4
Cr^2Cl^6	45,4	HgO	10,4 à 11,4
Bromures.		H^2O glace	9
		Al^2O^3	20,2 à 22,6
KBr	13,3	Fe^2O^3	24,6 à 26,8
NaBr	14,1	Fe^3O^4	36,2 à 39,0
AgBr	13,8	Cr^2O^3	27 à 29,8
$PbBr^2$	19,4	Bi^2O^3	28,4

1. Ce sont les quantités de chaleur exprimées en petites calories (gramme-degré) nécessaires pour élever de 1 degré la température d'une molécule exprimée en grammes.

Sb^2O^3	26,2	*Azotates.*	
As^2O^3	25,4		
Bo^2O^3	16,6	AzO^3K	22,9 à 24,1
SiO^2	11,2 à 11,5	AzO^3Na	21,8 à 23,6
SnO^2	13,4 à 14	AzO^3AzH^4	36,4
TiO^2	13 à 14	Az^2O^6KNa	43,8
MoO^3	19 à 22,2	AzO^3Ag	24,4
TuO^3	18,6 à 20,6	Az^2O^6Ba	37,8 à 39,8
		Az^2O^6Sr	38,2
Sulfures.		Az^2O^6Pb	36,4
FeS	12	*Chlorates.*	
FeS^2	15,2 à 15,6		
Fe^7S^8	99,2 à 103,6	ClO^3K	23,8 à 25,7
$CuFeS^2$	21,6 à 24	$Cl^2O^6Ba + H^2O$	50,6
CoS	11,4		
NiS	11,8	*Perchlorate.*	
ZnS	11,2 à 12		
PbS	11,8 à 12,2	ClO^4K	26,3
HgS	12		
SnS	12,6	*Permanganate.*	
SnS^2	21,6		
MoS^2	17,2 à 19,6	MnO^4K	28,3
Ag^2S	18,6		
Cu^2S	19,2	*Sulfates.*	
Bi^2S^3	31	SO^4K^2	33 à 34
Sb^2S^3	28,6 à 30,8	SO^4HK	33,2
As^2S^2	23,8	SO^4Na^2	32,4
As^2S^3	27,8	$SO^4(AzH^4)^2$	46,2
		SO^4Ca (plâtre calciné)	26,6
Arséniures.		id. (anhydrite)	24,2
		$SO^4Ca + 2H^2O$	44,6 à 46,8
$CoAs^2$	19,2	SO^4Ba	25,2 à 26,2
CoAsS	17,8	SO^4Sr	24,8 à 26,2
FeAsS	16,5	SO^4Mg	26,6
		$SO^4Mg + H^2O$	36,4
Alliages.		$SO^4Mg + 7H^2O$	89 à 100
BiSn	12,8	SO^4Mn	27,4
PbSb	12,8	$SO^4Fe + 7H^2O$	96,2 à 99
$BiSn^2$	20,1	SO^4Zn	28,8
PbSn	13,2	$SO^4Zn + H^2O$	36,2
$PbSn^2$	20	$SO^4Zn + 7H^2O$	94,2 à 99,6
$BiSbSn^2$	26,2	$SO^4Ni + 6H^2O$	82,2
$BiSbSn^2Zn^2$	39,5	$SO^4Co + 7H^2O$	96,4
HgSn	23,2	$PbSO^4$	25 à 26,4
$HgSn^2$	28,7	$CuSO^4$	28,2
HgPb	15,6	$CuSO^4 + 5H^2O$	71 à 78,8

Aluns.	
$(SO^4)^4K^2Al^2 + 24H^2O$	352
$(SO^4)^4K^2Cr^2 + 24H^2O$	323,6
Chromates.	
CrO^4K^2	55,2
$Cr^2O^7K^2$	36,4
CrO^4Pb	29
Hyposulfites.	
$S^2O^3K^2$	37,4
$S^2O^3Na^2$	34,8
S^2O^3Ba	40,6
S^2O^3Pb	31,4
Carbonates.	
CO^3K^2	28,4 à 29,8
CO^3Na^2	26 à 28,8
CO^3Ba	21
CO^3Sr	21,4
CO^3Ca	21,4
$CO^3Mg.CO^3Ca$	38 à 40
CO^3Fe	21 à 22,4
CO^3Pb	21 à 21,6
Silicates.	
SiO^3Ca (wollastonite)	20,7
Si^2O^6CaMg (diopside)	40,2 à 41,4
$Si^6O^{16}K^2Al^2$ (orthose)	105,9 à 106,4
$Si^6O^{16}Na^2Al^2$ (albite)	99,7 à 102,9
$SiO^3Cu.H^2O$ (dioptase)	22,8
Borates.	
BO^2K	16,8
BO^2Na	16,9
B^2O^4Pb	26,4
$B^2O^7K^2$	51,4
$B^2O^7Na^2$	46,2 à 48
B^2O^7Pb	41,4
$B^2O^7Na^2.10H^2O$	146,8

Phosphates et arséniates.	
PO^3Na fondu	22,1
AsO^3K id.	25,3
P^2O^6Ca	39,4
$P^2O^7K^4$	63
$P^2O^7Na^4$	60,6
$P^2O^7Pb^2$	48,2
PO^4Ag^3	37,5
$P^2O^8Pb^3$	64,6
$As^2O^8Pb^3$	65,4
PO^4H^2K	28,3
AsO^4H^2K	31,5
$PO^4HNa^2.12H^2O$	146,1
Molybdates et tungstates.	
MoO^4Pb	30,4
TuO^4K^2	27,8
$Tu^5O^{20}Fe^2Mn^3$ (Wolfram)	141 à 148
Corps organiques.	
$C^{10}H^8$ (naphtaline)	39,8
C^2Cl^6	42,2
$C^6H^{14}O^6$ (mannite)	59,1
$C^{12}H^{22}O^{11}$ (sacchar.)	102,9
$C^2H^2O^4Ba$ (formiate)	32,4
$C^2O^4K^2.H^2O$ (oxal.)	43,5
$C^2O^4KH.C^2O^4H^2.2H^2O$. (quadroxalate)	71,9
$C^4H^6O^4$ (ac. succ.)	36,9
$C^8H^{10}O^{10}Ca.8H^2O$ (bimalate)	152
$C^4H^6O^6$ (ac. tartr.)	43,2
$C^4H^6O^6.H^2O$ (ac. rac.)	53,6
$C^4H^5O^6K$ (bitartr.)	48,3
$C^4H^4O^6.KNa.4H^2O$ (sel de Seignette)	92,5
$HgCy^2$	25,2
$ZnCy^2,2KCy$	59,6
FeK^4Cy^6 (ferrocyan.)	118,2
$Fe^2K^6Cy^{12}$ (ferricyan.)	153,4
$C^2HCl^3O.H^2O$ (chloral hydraté)	34,1

(135) *Chaleurs spécifiques moléculaires de quelques liquides (petites calories).*

Liquides.	Chaleurs spécifiques atomiques.	Limites de température.	
Br	9,04	13° à	58°
I	13,75	107	180
Ph	6,34	50	100
S	7,49	120	150
Hg	6,66	10	100
Hg	7,00	0	300
Pb	8,32	350	450
Sn	7,51	250	350
Bi	7,55	280	300
Ga	5,59	12	120
	Chaleurs spécifiques moléculaires.		
H^2O	18,08	0	100
CS^2	18,15	0	50
S^2Cl^2	27,1	5	20
PCl^3	28,8	0	20
$AsCl^3$	31,8	0	20
$SiCl^4$	32,3	0	20
$SnCl^4$	38,3	0	20
$TiCl^4$	36,8	0	20
AzO^3H	28		
SO^4H^2	33		
$SO^4H^2.H^2O$	51,2		
AzO^3K	33,5	360	435
AzO^3Na	35,9	320	430
$CaCl^2.6H^2O$	120,20	33	99
$PO^4Na^2H.12H^2O$	267,4	40	48
$CrO^4Na^2.10H^2O$	231,2	10	48
Composés organiques.	Ch. sp. moléculaires moyennes.		
C^6H^6 benzine	34	20	70
$C^{10}H^{16}$ térébenthène	57	10	15
» térébène	54,5	5	10
» citrène	60	5	10

Composés organiques.	Chaleurs spécifiques moléculaires moyennes.	Limites de température.	
$C^{10}H^{8}$ naphtaline	54,8	8°	à 130°
$C^{n}H^{2n}$	68,6 × n		
$CH^{4}O$ alc. méthylique	18,9	5	20
$C^{2}H^{6}O$ alc. éthylique	27,4	0	40
$C^{5}H^{12}O$ alc. amylique	61	10	117
$C^{16}H^{34}O$ alc. cétylique	122,5	44	350
$CH^{2}O^{2}$ ac. formique	24,7	24	45
$C^{2}H^{4}O^{2}$ ac. acétique	27,6	5	20
	30,5	24	45
	31,3	26	96
$C^{4}H^{6}O^{3}$ ac. acétique anhydre	44,4	23	122
$C^{4}H^{8}O^{4}$ ac. butyrique	44,3	21	45
$C^{5}H^{10}O^{4}$ ac. valérique	49		
CHAz ac. cyanhydrique	16,2	20	
$C^{4}H^{10}O$ éther ord., oxyde d'éthyle	40,75	— 30	130
$C^{4}H^{10}S$ sulfure —	43,1	20	70
$C^{2}H^{5}Cl$ chlorure —	27,6	— 28	5
$C^{2}H^{5}Br$ bromure —	23,4	5	20
$C^{2}H^{5}I$ iodure —	25,6	— 30	160
$CH^{3}.C^{2}H^{3}O^{2}$ acétate de méthyle	37,5	21	41
$CH^{3}.C^{4}H^{7}O^{2}$ butyrate —	49,7	21	45
$CH^{3}.C^{5}H^{9}O^{2}$ valérate —	54,3	21	45
$C^{2}H^{5}.CHO^{2}$ formiate d'éthyle	37,9	20	39
$C^{2}H^{5}.C^{2}H^{3}O^{2}$ acétate —	48,3	21	63
$(C^{2}H^{5})^{2}.C^{2}O^{4}$ oxalate —	67,2	15	20
$(C^{2}H^{5})^{4}SiO^{4}$ silicate —	88,4	15	85
$C^{2}H^{5}.CAz$ éther cyan.	31,5	— 20	70
$C^{3}H^{5}AzCS$ ess. moutarde	42,8	23	48
$C^{2}H^{4}Cl^{2}$ chlor. d'éthylène	29,7	— 23	68
$C^{2}H^{4}Br^{2}$ bromure —	34,3	8	95
$CHCl^{3}$ chloroforme	28	— 30	60
CCl^{4} perchl. de carbone	31,6	— 20	64
$C^{5}H^{11}Cl$ chlorhydrate d'amylène	42,6	10	86
$C^{5}H^{11}Br$ bromhydr. —	43,3	12	87
$C^{5}H^{11}I$ iodhydr. —	43,4	11	87
$C^{57}H^{104}O^{6}$ huile d'olive	445		
$C^{32}H^{64}O^{2}$ blanc de baleine	254	44	100
$C^{6}H^{5}AzO^{2}$ nitrobenzine	43	5	20
$C^{3}H^{6}O$ acétone	30,1	— 22	53
$C^{2}HCl^{3}O$ chloral	38,2	17	81
$C^{2}HCl^{3}O + H^{2}O$ — hydraté	77,8	51	88

(136) *Chaleurs spécifiques moléculaires à pression constante de plusieurs gaz et vapeurs (petites calories).*

H^2	6,82	— 20°	à 200°
Az^2	6,83	— 30	200
O^2	6,95	0	200
Cl^2	8,59	10	200
Br^2	8,88	85	228
HCl	6,75	20	210
AzO	6,96	10	170
CO	6,86	10	200
	6,79	25	100
H^2O	8,65	130	230
H^2S	8,26	10	200
Az^2O	$8,76 + 0,0055\,t$	10	210
	$9.16 + 0,0057\,t$	25	200
CO^2	$8,23 + 0,0117\,t$	0	200
	$8,59 + 0,0095\,t$	25	200
CS^2	$10 + 0,0146\,t$	80	230
SO^2	9,86	10	200
AzH^3	$8,51 + 0,0053\,t$	20	210
PCl^3	18,6	111	246
$AsCl^3$	20,3	154	268
CH^4	9,49	100	200
$CHCl^3$	$16,29 + 0,0164\,t$	27	190
$SiCl^4$	22,4	90	234
$SnCl^4$	24,8	149	274
$TiCl^4$	24,4	162	272
CH^4O	14,7	101	225
C^2H^4	$9,42 + 0,0231\,t$	10	200
C^2H^5Cl	17,67	20	190
C^2H^5Br	$14,76 + 0,0388\,t$	28	189
$C^2H^4Cl^2$	22,67	111	221
C^2H^6O alcool	20,84	110	220
$C^2H^5.CAz$ éther cyan.	23,43	116	221
$C^2H^5.C^2H^3O^2$ éther acét.	$24,1 + 0,0765\,t$	32	113
$C^4H^{10}O$ éther ord.	$26,6 + 0,0632\,t$	25	189
$C^4H^{10}S$ sulfure d'éthyle	36,1	120	223
C^3H^6O acétone	$17,3 + 0,0449\,t$	26	179
C^6H^6 benzine	$17,45 + 0,0798\,t$	34	115
$C^{10}H^{16}$ térébenthène	68,8	180	250

Thermochimie.

---

(137) *Usage des tableaux de thermochimie*[1].

Dans les tables suivantes, les quantités de matière réagissantes sont celles exprimées par les formules écrites en regard des nombres, avec cette convention que H veut dire 1 *gramme* d'hydrogène, H^2O, 18 *grammes* d'eau, etc. L'unité de chaleur adoptée est la grande calorie : c'est la chaleur qui élève de 0° à 1° la température de 1 kilogr. d'eau.

Ainsi, au début de la table **142**, nous voyons :

H gaz + Cl = + 22,0 produit gazeux : + 39,3 produit dissous.

C'est-à-dire que H = 1 gramme d'hydrogène et Cl = 35gr,5 de chlore, en se combinant tous deux à l'état gazeux, dégagent assez de chaleur pour échauffer de 0° à 1° 22 kilogrammes d'eau, soit 22 calories, en fournissant HCl ou 36gr,5 d'acide chlorhydrique gazeux. Si l'on envisage au contraire l'acide chlorhydrique comme dissous dans l'eau, la chaleur dégagée sera égale à 39,3 calories, la quantité HCl ou 36gr,5 d'acide chlorhydrique dégageant, pour se dissoudre dans l'eau, 39,3 — 22,0 ou 17,3 calories. Ce nombre est conforme à celui que donne la table **140**, calculée pour le volume gazeux occupé par la molécule HCl, volume égal à celui de H^2 = 2 grammes, soit 22lit,32 (à 0° et 760 millimètres de pression).

On sait que les changements d'état des corps sont accompagnés d'une absorption ou d'un dégagement de chaleur : ainsi, 1 kilogramme d'eau à 0°, pour passer de l'état liquide à l'état solide, dégage 79,25 calories, et, par contre, pour passer de l'état solide à l'état liquide, absorbe 79,25 calories : c'est cette quantité de chaleur qu'on appelle la chaleur latente de fusion de la glace. 1 gramme de glace absorbera donc 0cal,07925 pour fondre, et 18 grammes de glace, c'est-à-dire la quantité exprimée par la formule H^2O, en absorberont 18 × 0,07925 = 1,4265 : ce qu'on peut exprimer encore en disant qu'ils dégageront — 1,40 cal., nombre identique à celui donné table **141** ; de même 1 kilogramme d'eau liquide à 100° absorbe 537 calories pour se transformer en vapeur, ou eau gazeuse, à 100° ; le produit de 0,537 par 18 est égal à 9,666 ; et H^2O, soit la molécule d'eau pesant 18 grammes, prise à l'état liquide

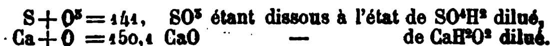
1. Les nombres de ces tableaux sont tirés de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1888. Ils ont été calculés par M. Berthelot, et dans la grande majorité des cas d'après ses expériences personnelles.

à 100°, absorbera 9,66 calories (ou dégagera — 9,66 calories) pour passer à l'état de gaz ou de vapeur à 100°; ce nombre est très voisin de celui de la table **138**, 9,65, déterminé expérimentalement par M. Berthelot.

Ces chaleurs latentes moléculaires interviennent souvent dans les calculs; ainsi nous trouvons dans la table **142** que $P + Cl^3$, en se combinant, dégagent, pour donner PCl^3, à l'état gazeux + 68,9 calories et + 75,8 à l'état liquide. La différence entre ces nombres est égale à 6,9; c'est la chaleur de volatilisation du trichlorure de phosphore (table **138**).

De même pour l'anhydride azotique, on lit page 101 : $Az^2 + O^5 = -1,2$ à l'état gazeux, + 3,6 liquide, + 11,8 solide, et + 28,6 dissous. Sa chaleur de fusion est donc de $11,8 - 3,6 = 8,2$ (8,28 t. **141**) et sa chaleur de volatilisation de $3,6 + 1,2 = 4,8$ t. **138**). Enfin sa chaleur de dissolution est de $28,6 - 11,8 = 16,8$. Elle se compose de deux facteurs : la chaleur produite par la combinaison de Az^2O^5 avec H^2O, travail chimique engendrant l'acide azotique $2(AzO^3H)$, et la chaleur émise ou absorbée par la solution de celui-ci dans l'eau; c'est en effet un principe fondamental de thermochimie que la quantité de chaleur dégagée dans une réaction quelconque mesure la somme des travaux physiques et chimiques accomplis dans cette réaction. Il nous est facile de faire la part des deux actions : en effet, on a également page 101 : $Az^2 + O^5 + H^2O = 14,2$ produit liquide, + 28,6 produit dissous. La différence entre ces deux nombres, $28,6 - 14,2 = 14,4$, est la chaleur de dissolution de l'acide azotique $2(AzO^3H)$ dans l'eau; la table **145** donne en effet $AzO^3H + nH^2O = + 7,2$, soit la moitié, le nombre des atomes en réaction étant aussi de la moitié. Quant à la chaleur produite par la combinaison de Az^2O^5 liquide avec H^2O, elle sera donnée par la différence entre $Az^2 + O^5$ (le produit étant liquide) et $Az^2 + O^5 + H^2O$ (le produit étant aussi liquide), c'est-à-dire par $14,2 - 3,6 = 10,6$.

Prenons encore comme exemple la formation du sulfate de calcium. Il sera facile de la trouver ainsi : on lit pages 101 et 102 :



$S + O^3 = 141$, SO^3 étant dissous à l'état de SO^4H^2 dilué,
$Ca + O = 150,1$ CaO — de CaH^2O^2 dilué.

Et table **146**, 1/2 SO^4H^2 dissous + 1/2 CaO^2H^2 dissous = + 15,6

ou SO^4H^2 dissous + CaH^2O^2 dissous = 31,2.

On a $S + O^4 + Ca = 141 + 150,1 + 31,2 = 322,3$ à l'état dissous ou précipité. Le chiffre trouvé pour le sel solide est de 320,1.

La table **150** donne la chaleur de formation des composés organiques en partant des éléments, pris dans leur état actuel à 15°

(le carbone à l'état de diamant) ; on se souviendra que le carbone amorphe dégagerait 3,35 calories pour se transformer en diamant, et que, par conséquent il convient d'ajouter ces 3 calories aux nombres du tableau pour avoir la chaleur de formation en partant du carbone amorphe. Les chaleurs de combustion sont indiquées, comme les chaleurs de formation, en calories (kilogramme-degrés) pour la molécule de la substance exprimée en grammes.

Plusieurs de ces nombres, et beaucoup d'autres qu'on pourrait donner, sont calculés d'après un principe de thermochimie fondamental et d'après lequel, si un système de corps simples ou composés, pris dans des conditions déterminées, éprouve des changements physiques ou chimiques capables de l'amener à un nouvel état sans donner lieu à aucun effet mécanique extérieur au système, la quantité de chaleur dégagée ou absorbée par l'effet de ces changements dépend uniquement de l'état initial et de l'état final du système ; elle est la même quelles que soient la nature et la suite des états intermédiaires. Prenons comme exemple le gaz des marais. Nous pouvons supposer qu'on en fasse la synthèse à l'aide des éléments, puis qu'on le brûle ; dans ces deux opérations on devra récolter autant de chaleur que si on brûlait directement le carbone et l'hydrogène, puisque l'on part des mêmes éléments, $C + H^4 + O^4$, pour arriver aux mêmes produits $CO^2 + 2H^2O$. On en conclut que, si la synthèse totale du gaz des marais pouvait se faire dans un calorimètre elle dégagerait 18^{cal},8 ; car on connaît la chaleur de combustion du gaz des marais = 213,5, et l'on doit avoir :

$C + H^4 = +18,8$	$C + O^2 = 94,3$
$CH^4 + 4O = +213,5$	$H^4 + O^2 = 138$
(Et. fin. $CO^2 + 2H^2O$). Total : +232,3	(Et. fin. $CO^2 + 2H^2O$). Total : +232,3

(**138**) *Chaleurs de volatilisation* (de l'état liquide) *rapportées à un volume de vapeur* (22^{lit},32) = 1 *molécule en grammes.*

Br^2	— 7,2	SO^3 (solide)	— 11,8
I^2 liquide	— 6,0	$SnCl^4$	— 7,6
(S^2) liq.	— 4,6	PCl^5	— 6,9
Hg liq.	— 15,4	$AsCl^3$	— 8,4
H^2O	— 9,65	$BoCl^3$	— 4,5
AzH^3	— 4,4	$SiCl^4$	— 6,35
HFl	— 7,2	CO^2 (solide)	— 6,11
Az^2O	— 4,4	S^2Cl^2	— 6,7
AzO^2	— 4,3	$SOCl^2$	— 6,5
Az^2O^5	— 4,8	SO^2Cl^2	— 7,1
AzO^3H	— 7,25	SO^3HCl	— 12,8
SO^2	— 6,2	CS^2	— 6,4

CAzH	— 5,7	$C^6H^{12}O^4$ oxalate d'éthyle	— 10,6
CAzCl	— 8,3	$C^8H^{20}SiO^4$ silicate —	— 7,0
C^5H^{10}	— 5,25	C^2H^4O oxyde d'éthylène	— 6,1
$C^{10}H^{20}$	— 6,9	$C^2H^4Br^2$ bromure —	— 8,2
C^6H^6 benzine	— 7,2	C^2H^4O aldéhyde ord.	— 6,0
$C^{10}H^{16}$ térébenthène	— 9,4	C^2HCl^3O chloral	— 8,0
— citrène	— 9,5	— + H^2O hydr. de —	— 21,9
CH^3I iod. de méthyle	— 6,5	— + C^2H^6O alc. de —	— 22,5
$CHCl^3$ chloroforme	— 7,3	C^3H^8O alc. propyl.	— 9,95
CCl^4 perchlorure de C	— 7,2	C^3H^6O acétone	— 7,5
CH^2Cl^2 chl. de méthylène	— 6,4	$C^5H^{12}O$ alc. amylique	— 10,7
CH^4O alc. méthylique	— 8,45	— diméth. éth. carb.	— 9,45
$C^2H^4O^2$ form. de méthyle	— 6,9	$C^{16}H^{34}O$ alc cétylique	— 14,1
$C^3H^8O^2$ méthylal	— 6,8	CH^2O^2 acide formique	— 4,8
C^2H^6O alcool ordinaire	— 9,8	$C^2H^4O^2$ — acétique	— 5,1
$C^4H^{10}O$ éther	— 6,7	$C^4H^6O^3$ — — anhyd.	— 6,7
C^2H^5Cl chl. d'éthyle	— 6,45	C^2H^3OCl chlor. d'acétyle	— 6,2
C^2H^5Br bromure —	— 6,7	$C^4H^8O^2$ acide butyrique	— 10,1
C^2H^5I iodure —	— 7,5	$C^5H^{10}O^2$ — valérique	— 10,6
$C^4H^8O^2$ acétate —	— 10,9		

(139) *Transformations isomériques.*

Oxyg. en ozone O^3.	—29,6	C amorphe en diamant.	+ 3,35
S oct. en S ins. à 18°	0	P blanc en P rouge crist.	+ 19,2
S am. ins. en S am s.	+0,08	P blanc en P rouge amorp. (suivant variétés).	+20,7 à +9,3 et —1,0
S am. s. en S octaéd.	+0,08	Sb^2O^3 prism. en octaéd.	+ 1,2
S prism. en S oct.	+0,08	As^2O^3 vitreux en opaque.	— 2,6
Se vitr. en Se mét	+5,60	P^2O^5 crist. en amorphe.	+ 3,3
Te cr. en Te am.	+24,2	Aragon. en spath d'Isl.	+ 4,0
Si am. en Si crist.	+8,1		

(140) *Chaleur de dissolution dans l'eau des corps gazeux*

(1 mol. = 22^{lit},32 (1 + αt) à 760^{mm}).

Cl^2	+ 3,0	Cl^2O	+ 9,4
Br^2	+ 8,3	$BoCl^3$	+ 70,3
HCl	+ 17,4	$SiFl^4$	+ 22,3
HBr	+ 20,0	$BoFl^3$	+ 24,5
HI	+ 19,4	HFl	+ 11,8
H^2S	+ 4,75	CO^2	+ 5,6
H^2Se	+ 9,2	CyH	+ 6,1
AzH^3	+ 8,8	Cy^2	+ 6,8
SO^2	+ 7,7	$(CH^3)^2O$	+ 8,3

(141) *Chaleurs de fusion.*

	Formules.	P. de subst.	T. de fusion.	Calories.
Acide acétique	$C^2H^4O^2$	60	+17	−2,5
— azotique anhydre	Az^2O^5	108	+29,5	−8,28
— — hydraté	AzO^3H	63	−47	−0,6
— chlorhydrique hydraté	$HCl,2H^2O$	72,5	−18	−2,47
— formique	CH^2O^2	46	+8,2	−2,43
— hypophosphoreux	PH^3O^2	66	+17	−2
— phosphoreux	PH^3O^3	82	+71	−3,1
— phosphorique	PH^3O^4	98	+42	−2,5
— — hydraté	PH^3O^4, 1/2 aq.	107	+27	−3,64
— sulfurique	SO^4H^2	98	+8	−0,86
— — hydraté	SO^4H^2,H^2O	116	+8,8	−3,68
Alcoolate de chloral	C^2HCl^3O,C^2H^6O	193,5	+46	−4,6 (?)
Argent	Ag	108	+907	−2,67
Azotate de potassium	$KAzO^3$	101	+306	−4,9
— de sodium	$NaAzO^3$	85	+333,5	−5,5
Benzine	C^6H^6	78	+4,5	−2,27
Bismuth	Bi	210	+265	−2,6
Brome	Br	80	−7,3(?)	−0,13
Bromure d'étain (per)	$SnBr^4$	438	+25	−3,14
Cadmium	Cd	112	+320	−1,52
Chlorure de calcium cristall.	$CaCl^2,6H^2O$	219	+28,5	−8,92
Chromate de sodium	$Na^2CrO^4,10H^2O$	345	+23	−12,32
Eau	H^2O	18	0	−1,43
Étain	Sn	118	+232,7	−1,72
Gallium	Ga	70	+30	−1,32
Glycérine	$C^3H^8O^3$	92	+17	−3,9
Hydrate de chloral	C^2HCl^3O,H^2O	165,5	+46	−5,5
Hyposulfite de sodium	$Na^2S^2O^3,5H^2O$	248	+48	−9,4
Iode	I	127	+113,6	−1,49
Mercure	Hg	200	−39,5	−0,56
Naphtaline	$C^{10}H^8$	128	+79	−4,6
Nitrobenzine	$C^6H^5AzO^2$	123	+3,0	−2,74
Palladium	Pd	106	+1500	−3,8
Phénol	C^6H^6O	94	+42	−2,34
— bromé	C^6H^5BrO	173	+64	−3,0
— bibromé	$C^6H^4Br^2O$	252	+40	−3,5
Phosphate de sodium	$Na^2HPO^4,12H^2O$	358	+36	−23,9
Phosphore	P	31	+44,2	−0,15
Platine	Pt	197,2	+1775	−5,36
Plomb	Pb	206	+335	−1,06
Soufre	S	32	+113,6	−0,30
Toluène bromé (para)	C^7H^7Br	171	+28,5	−3,44
Toluidine (para)	C^7H^9Az	107	+45	−3,83
Zinc	Zn	65	+415	−1,82

(142) *Formation des composés minéraux.*

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
		Chlorures, chlore gazeux.		
H + Cl	+ 22,0			+ 39,3
id. à 2000°	+ 26,0			
HCl conc. + Cl^2				+ 9,4
HCl conc. + Br^2 gaz				+ 9,1
Cl + Br gaz		+ 4,6		
Cl + I gaz		+ 9,8	+ 12,1	
ICl + Cl^2				+ 15,7
S^2 sol. + Cl^2	+ 11	+ 17,6		
S + O + Cl^2	+ 40,8	+ 47,2		
SO^2 + Cl^2	+ 13,2			
SO^3 gaz + ClH	+ 13,4	+ 26,2		
Se^2 + Cl^2		+ 22,2		
Se + Cl^4		+ 46,2		
Te + Cl^4		+ 77,4		
P + Cl^3	+ 68,9	+ 75,8		
P + Cl^5			+ 107,8	
PCl^3 + Cl^2			+ 32,0	
PCl^3 + O		+ 66,6		
As + Cl^3	+ 61,0	+ 69,4		
B + Cl^3	+104,0	+108,5		
Si amorphe + Cl^4	+151,3	+157,6		
K + Cl			+ 105,0	+ 100,8
Na + Cl			+ 97,3	+ 96,2
Az + H^4 + Cl			+ 76,7	+ 72,7
Li + Cl			+ 93,5	+ 101,9
Ca + Cl^2			+ 170,2	+ 187,6
Sr + Cl^2			+ 184,6	+ 195,6
Ba + Cl^2			x + 63,4	x + 65,4
Mg + Cl^2			+ 151	+ 187
Al^2 + Cl^6			+ 321,8	+ 475,6
Mn + Cl^2			+ 112	+ 128
2$CrCl^2$ + Cl^2 (vert)			+ 78,8	+ 102,8
Cr^2Cl^6 vert en violet, dissous				+ 18,8
Cr^2Cl^6 gris en vert, crist.			+ 5,4	
2$CrCl^2$ + O				+ 100,8
Fe + Cl^2			+ 82,0	+ 100,0
Fe^2 + Cl^6			+ 192,0	+ 255,4
Zn + Cl^2			+ 97,2	+ 112,8
Cd + Cl^2			+ 93,2	+ 96,2
$CdCl^2$ + 2HCl + 7H^2O			+ 40,2	

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Pb + Cl^2$			+ 85,2	+ 78,4
$PbO + PbCl^2$			+ 6,6	
$Tl + Cl$			+ 48,6	+ 38,5
$Ni + Cl^2$			+ 74,6	+ 97,6
$Co + Cl^2$			+ 76,4	+ 94,8
$Sn + Cl^2$			+ 80,4	+ 81,2
$Sn + Cl^4$		+129,2		+ 157,4
$Au + Cl$			+ 5,8	
$Au + Cl^3$			+ 22,8	+ 27,3
$Cu^2 + Cl^2$			+ 71,2	
$Cu + Cl^2$			+ 51,6	+ 62,6
$3CuO + CuCl^2$			+ 1,2	
$3CuO + CuCl^2 + 4H^2O$ liq.			+ 23,0	
$Hg^2 + Cl^2$			+ 64,4	
$Hg + Cl^2$			+ 54,2	+ 51,6
$HgCl^2 + 2KCl$ dissous			+ 3,8	+ 0,8
$HgCl^2 + KCl$ dissous			+ 2,4	+ 0,4
$HgCl^2 + HgO$			+ 3,30	
$HgCl^2$ diss. + nHCl diss.				+ 1,0
$Ag + Cl$			+ 29,2	
$Bi + Cl^3$			+ 90,6	
$Sb + Cl^3$			+ 91,4	
$Sb + Cl^5$		+104,9		
$Sb + O + Cl$			+ 90,2	
$Sb^4 + O^5 + Cl^2$			+ 350,8	
$Pd + Cl^2$			+ 40,4	
$Pd + Cl^4 + 2KCl$			+ 79,0	+ 64,0
$Pt + Cl^2 + 2KCl$			+ 45,2	+ 41,8
$Pt + Cl^4 + 2KCl$			+ 89,4	+ 84,6

Bromures, brome gazeux (1).

$H + Br$	+ 9,5			+ 29,5
I gaz + Br			+ 11,9	
$S^2 + Br^2$			+ 10,0	
$P + Br^3$		+ 54,6		
$P + Br^5$			+ 83,0	
$PBr^3 + O$		+ 65,4		
$As + Br^3$			+ 59,1	
B amorphe + Br^3		+ 73,1		
Si amorphe + Br^4		+120,4		

1. A l'état liquide chaque atome Br dégage 4 calories de moins. Les chiffres suivants ont été calculés d'après les valeurs connues de la chaleur de vaporisation et les chaleurs spécifiques.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
K + Br			+ 100,4	+ 95,0
$KBr + Br^2$			+ 10.9	+ 11,5
Na + Br			+ 90.7	+ 90,4
*n*NaBr + HBr			+ 10,8	
$Ca + Br^2$			+ 151,6	+ 176,0
$Sr + Br^2$			+ 168.0	+ 184.0
$Ba + Br^2$			*x* + 49,8	*x* + 53,8
$BaBr^2 + 2Br^2$				+ 20.8
$Al^2 + Br^6$			+ 265,2	+ 439,0
$Zn + Br^2$			+ 86,2	+ 101,2
$Cd + Br^2$			+ 84,2	+ 84,6
$Pb + Br^2$			+ 77,0	+ 67,0
Tl + Br			+ 46,4	
$Tl + Br^3$				+ 69,3
$Sn + Br^2$			+ 71	
$Sn + Br^4$		+ 114,4	+ 117,4	+ 134
$Cu^2 + Br^2$			+ 60	
$Cu + Br^2$			+ 42,8	+ 51,0
$Hg^2 + Br^2$			+ 57,0	
$Hg + Br^2$			+ 48,5	+ 45,1
$HgBr^2$ diss. + 4HBr diss.				+ 5,4
$HgBr^2$ diss. + KBr diss.			+ 3,1	+ 0,75
Ag + Br, amorphe			+ 24,7 à 27.7	
— crist.			+ 27,7	
$Sb + Br^3$			+ 76,9	
Au + Br			+ 5,0	
$Au + Br^3$			+ 24,1	+ 20,4
$Pt + Br^2 + 2KBr$			+ 42,0	
$Pt + Br^4 + 2KBr$			+ 79,6	+ 72,6
$Pd + Br^2$			+ 82,8	
$PbBr^2 + PbO$			+ 4.0	
$HgBr^2 + HgO$			+ 3,4	
Iodures, iode gazeux (1).				
H + I	— 6,2			+ 13,2
$S^2 + I^2$			+ 10,8	
$P^2 + I^4$			+ 41,4	
$P + I^3$, diss. d. CS^2			+ 26,7	+ 23,[illegible]
$PI^3 + I^2$ sol.			0	

1. A l'état solide chaque atome I dégage $5^{cal},4$ de moins. Les chiffres suivants ont été calculés d'après les valeurs connues des chaleurs de fusion et de vaporisation et des chaleurs spécifiques.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
As + I^3			+ 28,8	
Si amorphe + I^4			+ 58,0	
K + I			+ 85,4	+ 80,1
KI + I^2			+ 10,8	+ 10,0
Na + I			+ 74,2	+ 75,5
Ca + I^2			+ 118,6	+ 146,2
Ba + I^2				x + 24,0
Al^2 + I^6			+ 172,6	+ 350,6
Zn + I^2			+ 60,0	+ 71,4
Cd + I^2			+ 55,8	+ 54,8
Pb + I^2			+ 52,8	
PbI^2 + HI + $5H^2O$ liq.			+ 23,3	
Tl + I			+ 35,6	
Cu^2 + I^2			+ 43,8	
Hg^2 + I^2			+ 39,2	
Hg + I^2, rouge			+ 35,1	
HgI^2 rouge + KI			+ 5,1	
HgI^2 rouge + 4HI dissous				+ 5,6
Ag + I, amorphe			+ 14,1 (1)	
Ag + I, cristall.			+ 19,7	
Sb + I^3			+ 45,4	
HI + 3AgI + $7H^2O$ liq.			+ 21,	
Au + I			— 0,1	
Pd + I^2			+ 24,0	
Fluorures.				
H + Fl	+ 38,6			+ 50,4
K + Fl			+ 112,2	+ 108,1
Na + Fl			+ 110,8	+ 110,6
Ca + Fl^2			+ 219,8	
Sr + Fl^2			+ 226,6	
Ba + Fl^2			x + 77,6	
Mg + Fl^2			+ 212,8	
Pb + Fl^2			+ 92,4	
Ag + Fl			+ 30,9	
KFl + HFl			+ 21,1 (2)	— 0,3 (3)
NaFl + HFl			+ 17,1	— 0,3
$SiFl^4$ + 2HFl				+ 57,0
$SiFl^4$ + 2NaFl				+ 25,8

1. Puis 19,7. — 2. HFl gazeux. — 3. Produit et composants dissous ou précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Sulfures (1).			(2)	(3)
$Az^2 + S$			− 31,9	
$H^2 + S$	+ 4,6			− 9,2
$H^2S + nS$		− 5,2		
Si amorphe + S^2			+ 40,0	
C diamant + S^2	− 19,1	− 25,4		
$K^2 + S$			+ 102,2	+ 112,4
K^2S diss. + S^3			+ 12,4	+ 5,2
K^2S diss. + H^2S			+ 19,0	+ 7,8
$Na^2 + S$			+ 88,4	+ 103,2
Na^2S diss. + S^3 sol.			+ 10,2	+ 5,0
Na^2S diss. + H^2S			+ 18,6	+ 7,8
$Li^2 + S$				+ 115,2
$Sr + S$			+ 95,2	+ 106,0
$Ca + S$			+ 92,0	+ 98,0
$Ba + S$			x − 31,2	
$Mg + S$			+ 79,6	
$Al^2 + S^3$ (4)			+ 124,4	
$Mn + S$			+ 45,2	
$Fe + S$			+ 23,8	
$Zn + S$			+ 43,0	
$Cd + S$			+ 34,0	
$Co + S$			+ 21,8	
$Ni + S$			+ 19,4	
$Pb + S$			+ 17,8	
$Tl^2 + S$			+ 21,6	
$Cu^2 + S$			+ 20,2	
$Cu + S$			+ 10,2	
$Hg + S$			+ 19,8	
$Ag^2 + S$			+ 3,0	
$Sb^2 + S^3$			+ 34,0	
Sb^2S^3 orangé en noir			0,0	
Séléniures, Se *métallique*.				
	gazeux.	crist.	amorphe.	dissous.
$H^2 + Se$	− 24,6			− 15,4
$K^2 + Se$		+ 79,4		+ 89,8
$Na^2 + Se$		+ 59,2		+ 78,4
$Li^2 + Se$		+ 79,2		+ 90,0

1. S solide : S gazeux dégage $2^{Cal},6$ de plus. — 2. H^2S gazeux. — 3. H^2S dissous. — 4. Les sulfures métalliques suivants précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	crist.	amorphe.	dissous.
Ca + Se		+ 59		
Sr + Se		+ 68		
Ba + Se		x—62,4		
Mn + Se		+ 30,6	+ 27,4	
Fe + Se		+ 18,4	+ 15,6	
Zn + Se		+ 40,4	+ 34 à 32,8	
Cd + Se		+ 24,2	+ 23 à 20,2	
Co + Se		+ 18,8	+ 15,2	
Ni + Se		+ 18,4	+ 14,4	
Pb + Se		+ 15,8	+ 13,0	
Tl^2 + Se		+ 17,8	+ 14,8	
Cu^2 + Se		+ 20,8		
Cu + Se			+ 9,6	
Hg + Se		+ 19,6	+ 16,0	
Ag^2 + Se		+ 5,2	+ 2,4	
***Tellurures*, Te *cristallisé*.**				
H^2 + Te	— 35			
Fe + Te		+ 15,6		
Zn + Te		+ 37,2		
Cd + Te		+ 20,0		
Co + Te		+ 15,2		
Ni + Te		+ 15,0		
Pb + Te		+ 11,4		
Tl^2 + Te		+ 12,2		
Cu + Te		+ 14,2		
***Oxydes*.**				
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
H^2 + O	+ 58,2	+ 69,0	+ 70,4	
H^2 + O vers 2000°	+ 50,6			
— vers 4000°	+ 37,0			
H^2O + O				— 21,6
Cl^2 + O	— 15,2			— 5,8
Cl^2 + O^5 + H^2O				— 24,0
Cl^2 + O^7 + H^2O		— 30,8		+ 9,8
ClO^4H + H^2O		+ 12,6	+ 8,6[1]	

1. H^2O solide.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$ClO^4H + 2H^2O$			+ 15,0	
$Br^2 + O$				− 12,4
$Br^2 + O^5 + H^2O$				− 49,6
$I^2 + O$				<−10,4
$I^2 + O^5$			+ 45,6	+ 43,8
$I^2 + O^5 + H^2O$			+ 48,6	+ 43,8
$I^2 + O^7 + H^2O$				+ 27,0
Si amorphe + O^2			+ 219,2	+ 207,4
$S^2 + O^2 + H^2O$, hyposulf.				+ 67,2
$S^2 + O^5 + H^2O$, dithion.				+ 206,6
$S^4 + O^5 + H^2O$, tétrathion.				+ 202.6
$S + O^2$	+ 69.2			+ 76,8
$S + O^3$	+ 91,8		+ 103,6	+ 141
S solide + $O^3 + H^2O$		+ 124	+ 124,8	+ 141
$SO^4H^2 + H^2O$		+ 6,2	+ 9,0[1]	
$2SO^3$ dissous + O, persulf.				− 27,6
$Se + O^2$			+ 57,6	+ 56,8
$Se + O^3 + H^2O$				+ 77,2
$Te + O^2$				+ 81,2
$Te + O^3 + H^2O$				+ 107,0
$Az^2 + O$	− 20,6	− 16,2		
$Az + O$	− 21,6			
$Az^2 + O^3$	− 22,2			− 8,4
$Az + O^2$	− 2,6	+ 1,7		
$Az^2 + O^5$	− 1,2	+ 3,6	+ 11,8	+ 28,6
$Az + O^3 + H$	+ 34,4	+ 41,6	+ 42,2	+ 48,8
$Az^2 + O^5 + H^2O$	− 0,2	+ 14,2	+ 15,4	+ 28,6
$AzO^3H + 2H^2O$		+ 5,0		
$P^2 + O + 3H^2O$		+ 70,0	+ 74,8	+ 74,4
$P^2 + O^3 + 3H^2O$		+ 244,2	+ 250.2	+ 250,0
$P^2 + O^5$			+ 363.8	+ 405,4
P^2O^5 amorphe en crist.			+ 6,6	
$P^2O^5 + 4H^2O$, pyrophosph.			+ 39	
$P^2O^5 + 3H^2O$			+ 338	+ 405.4
$As^2 + O^3$			+ 154,6	+ 147,0
$As^2 + O^5$			+ 219,4	+ 225,4
$As^2O^5 + 3H^2O$			+ 6,8	
B^2 amorphe + O^3			+ 312,6	+ 319,8
$B^2O^3 + 3H^2O$			+ 16,8	

1. H^2O solide.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Oxydes métalliques.				
$K^2 + O$			+ 97,2	+ 164,6
$K^2O + H^2O$			+ 42,4	
$Na^2 + O$			+ 100,2	+ 145,2
$Na^2O + H^2O$			+ 35,4	
$Li^2 + O$			+ 140,0	+ 166,6
$Li^2O + H^2O$			+ 13,4	
$Ca + O$			+ 132,0	+ 150,1
$CaO + H^2O$			+ 15	
$Sr + O$			+ 131,4	+ 158,2
$Sr\,O + H^2O$			+ 17,2	
$Ba + O$			x	$x + 28,0$
$BaO + H^2O$			+ 17,6	
$BaO + O$			+ 12,1	
$BaO^2 + H^2O$			+ 2,8	
$BaO^2 + H^2O^2$			+ 10,2	
$Mg + O + H^2O$			+ 149,8	
$Al^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 391,6	
$Mn + O$ (hydraté)			+ 94,8	
$Mn + O^2$ —			+ 116,2	
$Mn^2 + O^7 + H^2O$				+ 178
$Cr^2O^3 + O^3$			+ 6,2	+ 8,4
$Fe + O$ (hydraté)			+ 69,0	
$Fe^2 + O^3$ —			+ 191,2	
$Fe^3 + O^4$			+ 269	
$FeO + Fe^2O^3$			+ 9,0	
$Ni + O$, hydraté			+ 61,4	
$Ni^2 + O^3$, —			+ 122,2	
$Co + O$, —			+ 64,0	
$Co^2 + O^3$, —			+ 150,6	
$Au^2 + O^3$, —			— 11,2	
$Zn + O$, —			+ 86,4	
$Zn + O + H^2O$			+ 83,6	
$Cd + O$, hydraté			+ 66,4	
$Pb + O$			+ 51,0	
$PbO + H^2O$			+ 2,4	
$Pb + O^2$			+ 63,2	
$Tl^2 + O$			+ 43,0	+ 40,0
$Tl^2 + O + H^2O$			+ 46,2	+ 40,0
$Tl^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 83,4	
$Cu^2 + O$			+ 42,0	
$Cu + O$			+ 40,4	

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Cu + O + H^2O$			+ 38,0	
$Sn + O$, hydraté			+ 69,8	
$Sn + O^2$, —			+ 135,8	
$Hg^2 + O$			+ 24,8	
$Hg + O$			+ 22,4	
$Ag^2 + O$			+ 7,0	
$2Ag^2 + O^3$			+ 21,0	
$Pt + O$			+ 15,0	
$Pd + O$, hydraté			+ 20,0	
$Pd + O^2$, —			+ 30,4	
$Bi^2 + O^3$			+ 137,8	
$Sb^2 + O^3$			+ 167,4	
$Sb^2 + O^4$			+ 248,6	
$Sb^2 + O^5$			+ 228,8	
Composés cyaniques, Cy gazeux.				
C diamant + Az	— 73,9			— 67,1
$Cy + H$	+ 7,8	+ 13,5		+ 13,1
$Cy + Cl$	— 1,6	+ 9,9		
$Cy + I$ gaz			+ 6,3	
$Cy + K$			+ 67,6	+ 64,7
$Cy + Na$			+ 60,4	+ 59,9
$Cy^2 + Ca$				+ 115,4
$Cy^2 + Sr$				+ 117,4
$Cy^2 + Ba$			$x - 8,6$	$x - 6,8$
$Cy^2 + Zn$			+ 58,6	
$Cy^2 + Cd$			+ 40,0	
$Cy^2 + Pd$			+ 23,6	
$Cy^2 + Hg$			+ 24,4	+ 21,4
$Cy + Ag$			+ 3,9	
$KCy + O$			+ 72,0	+ 69,7
$Cy + H + S$				+ 19,9
$Cy + K + S$			+ 87,8	+ 81,[illegible]
$Cy + Na + S$				+ 77,[illegible]
$Cy^2 + Hg + S^2$			+ 36,0	
$Cy^2 + Pb + S^2$			+ 43,6	
$Cy + S + Ag$			+ 16,5	
$Fe + H^4 + Cy^6$			+ 106,8	+ 107,[illegible]
$Fe + K^4 + Cy^6$			+ 365,2	+ 370,6([illegible]
$Fe^7 + Cy^{18}$ = bleu de Prusse			+ 556,0	
$Fe^2 + H^6 + Cy^{12}$				+ 154,[illegible]
$Fe^2 + K^6 + Cy^{12}$			+ 557,4	+ 528,[illegible]
$HgCy^2 + 2KCy$			+ 17,6	+ 12,4(2)

1. KCy dissous. — 2. Composants dissous.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux	liquide.	solide.	dissous.
AgCy + KCy			+ 11,2	
$HgCy^2$ + KI			+ 6,5	+ 2,7[1]
$HgCy^2$ + KBr			+ 3,9	+ 0,5[1]
$HgCy^2$ + KCl			+ 1,6	+ 0,15[1]
Composés divers.				
Si amorphe + H^4	+ 32,9			
$P^4 + H^2$			+ 35,4	
As + H^3	— 36,7			
H^2 + *n*Pt			+ 17,4	
H^2 + *n*Pd			+ 9,4	
$Az^2 + H^4$				— 1,7
Az^3 + H				— 55,2
Az + H^3 + O			+ 27,4	+ 23,8
24 Hg liq. + K^2			+ 68,4	+ 51,4[2]
12 Hg liq. + Na^2			+ 43,2	+ 37,6[2]
7 Hg liq. + $2Na^2$			+ 60,8	
Sels ammoniacaux.				
Az + H^3	+ 12,2			+ 21,0
Az + H^5 + O				+ 19,0
HCl + AzH^3			+ 42,5	
HBr + AzH^3			+ 45,6	
HI + AzH^3			+ 44,2	
HCy + AzH^3			+ 20,5	
H^2S + AzH^3			+ 23,0	
H^2Se + AzH^3			+ 29,9	
AzO^3H gaz + AzH^3			+ 41,9	
CH^2O^2 gaz + AzH^3			+ 29,0	
$C^2H^4O^2$ gaz + AzH^3			+ 26,0	
$C^7H^6O^2$ solide + AzH^3			+ 17,0	
$C^2H^4O^3$ solide + AzH^3			+ 21,5	
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ solide + AzH^3			+ 22,9	
SO^4H^2 solide + $2AzH^3$			+ 67,6	
$C^2H^2O^4$ solide + $2AzH^3$			+ 48,8	
$C^4H^6O^4$ solide + $2AzH^3$			+ 39,4	
SO^2 gaz + H^2O gaz + $2AzH^3$			+ 64,8	
$2SO^2$ gaz + H^2O gaz + $2AzH^3$			+ 80,0	
$CO^2 + H^2O$ + AzH^3			+ 30,4	
P + H^3	+ 11,6			
PH^3 + HBr			+ 23,0	
PH^3 + HI			+ 24,2	

1. Composants dissous. — 2. Dissous dans un excès de mercure.

(143) *Formation des sels solides.*

Acide hydraté solide + base hydratée solide = sel solide + eau solide.

La chaleur dégagée ne varie pas sensiblement avec la température.

Métal. M	AzO^3M. Nitrates.	CHO^2M. Formiates.	$C^2H^3O^2M$. Acétates.	$C^7H^5O^2M$. Benzoates.	$C^6H^2(AzO^2)^3OM$. Picrates.	C^6H^5OM. Phénates.	IO^3M. Iodates.	1/2 SO^4M^2. Sulfates.	1/2 $C^2O^4M^2$. Oxalates.	1/2 $C^4H^4O^6M^2$. Tartrates.	1/2 $C^4H^5O^4M^2$. Succinates.	$C^2H^3O^3M$. Glycolates.	C^2HO^3M. Glyoxylates.
K	+42,6	+25,5	+21,9	+22,5	+30,5	+17,7	+31,5	+40,7	+29,4	+27,1	+23,2	+26,5	
Na	+36,1	+22,3	+18,3	+17,4	+24,3	»	»	+34,7	+26,5	+22,9	+20,0	+24,6	+26,8
1/2 Ba	+31,7	+18,5	+15,2	»	+15,6	»	+25,6	+33,0	+20,8(1)	»	»	»	
1/2 Sr	+29,2	+16,7	+14,7	»	+13,0	»	»	+29,5	+21,3(1)	»	»	»	
1/2 Ca	»	+13,5	+10,6	+ 8,2	+ 8,5	»	»	+24,7	+18,9(1)	+16,7	»	+13,5	+15,6
1/2 Mn	»	+ 7,6	+ 4,5	»	»	»	»	+15,6	+13,2(1)	»	»	»	
1/2 Zn	»	+ 6,2	+ 3,3	»	− 1,2	»	»	+11,9	+11,5(1)	»	»	»	
1/2 Cu	»	+ 5,4	+ 4,3	»	+ 0,5	»	»	+10,5	»	»	»	»	
1/2 Pb	+19,7	+ 9,1	+ 5,1	»	+ 4,8	»	»	+19,9	+13,1	»	»	+ 8,4	
Ag	+18,0	»	+ 7,6	»	»	»	»	+17,9	+12,5	»	»	»	

	Phtalates ortho	méta	para
Na	+28,8	+25,2	+24,1
1/2 Pb	+ 9,7	+ 6,8	+ 8,0
Ag	+ 9,8	+ 8,8	+11,8

1. Ce nombre se rapporte au sel précipité, qui renferme de l'eau combinée.

(144) *Formation des sels solides depuis les éléments pris dans l'état actuel.*

Nitrates.	
$Az + O^3 + K$	+118,7
$Az + O^3 + Na$	110,6
$Az^2 + O^3 + H^4$	87,9
$Az + O^3 + Li$	111,2
$Az^2 + O^6 + Sr$	219,6
$Az^2 + O^6 + Ca$	202,4
$Az^2 + O^6 + Pb$	105,6
$Az + O^3 + Tl$	58,1
$Az + O^3 + Ag$	28,7
Sulfates.	
$S + O^4 + K^2$	342,2
$S + O^4 + Na^2$	326,4
$S + O^4 + Az^2 + H^8$	282,2
$S + O^4 + Sr$	329,4
$S + O^4 + Ca$	320
$S + O^4 + Mg$	301,2
$S + O^4 + Mn$	247,6
$S + O^4 + Pb$	214,0
$S + O^4 + Zn$	228,8
$S + O^4 + Cu$	180,4
$S + O^4 + Ag^2$	165,8
$S^2 + O^7 + K^2$	472,0
Hyposulfate.	
$S^2 + O^6 + K^2$	411,4
Hyposulfite.	
$S^2 + O^3 + K^2$	266,8
Sulfites.	
$S + O^3 + K^2$	271,6
$S^2 + O^5 + K^2$	369,2
$S + O^3 + Na^2$	261
$S^2 + O^5 + Na^2$	348,4
$S^2 + O^6 + Mg$	223
$S + O^3 + H^8 + Az^2$	215,4
$S^2 + O^5 + H^8 + Az^2$	300
Phosphates.	
$P + O^4 + Na^3$	451,6
$P^2 + O^8 + Ca^3$	921,2
Chlorates.	
$K + Cl + O^3$	94,6
$Na + Cl + O^3$	85,4

Perchlorates.	
$Cl + O^4 + K$	+112,5
$Cl + O^4 + Na$	110,2
$Cl + O^4 + Az + H^4$	79,7
Bromate.	
Br gaz $+ O^3 + K$	87,6
Iodate.	
I gaz $+ O^3 + K$	128,4
Carbonates, C diamant.	
$C + O^3 + K^2$	278,0
$C + O^3 + Na^2$	270,4
$C + O^3 + Sr$	279,0
$C + O^3 + Ca$	269,6
$C + O^3 + Mg$	267,8
$C + O^3 + Mn$	208,2
$C + O^3 + Pb$	166,6
$C + O^3 + Zn$	194,4
$C + O^3 + Ag^2$	120,6
Formiates.	
$C + H + K + O^2$	155,1
$C + H + Na + O^2$	149,9
Acétates.	
$C^2 + H^3 + K + O^2$	185,4
$C^2 + H^3 + Na + O^2$	179,8
$C^2 + H^3 + Ag + O^2$	149,5
Oxalates.	
$C^2 + K^2 + O^4$	324,2
$C^2 + Na^2 + O^4$	314,4
$C^2 + H^8 + Az^2 + O^4$	273,0
$C^2 + Ag^2 + O^4$	159,1
Sels ammoniacaux.	
$Az + H^4 + Cl$	76,7
$Az + H^4 + Br$ gaz	71,2
$Az + H^4 + I$ gaz	56,0
$Az + H^5 + S$ gaz	42,4
$Az^2 + H^4 + O^2$	64,8
$Az + H^5 + Se$	35
$Az + H^4 + S + Cy$	59,1
$Az + H^4 + Cy$	40,5
$O + Az + H^4 + Cl$	70,8

(145) *Formation de quelques sels solides, les composants pris dans leur état actuel.*

	Calories.		Calories.
$KCl + O^3$	—11	$C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 0,1
$KBr + O^3$	—11,1	$2C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 5,5
$KI + O^3$	+44,1	$SO^4K^2 + SO^4Zn$	+ 4,2
$KCl + O^4$	+ 7,5	$SO^4K^2 + SO^4Cu$	+ 0,6
$NaCl + O^4$	+ 3,0	$SO^4K^2 + SO^4Mn$	+ 1,0
$BaCl^2 + O^8$	+ 2,2	$SO^4Na^2 + SO^4Zn$	+ 3,0
$SO^3 + SO^4K^2$	+26,2	$SO^4Na^2 + SO^4Mn$	+ 1.8
SO^4H^2 solide + SO^4K^2	+15,0	$KCl + MgCl^2$	+ 3,0
SO^4H^2 solide + SO^4Na^2	+16,2	$2KCl + (MgCl^2, 6H^2O)$	+ 2,2
$CrO^3 + K^2CrO^4$	+ 3,8	$2KCl + CaCl^2$	+ 2,6
$IO^3H + IO^3K$	+ 3,1	$CO^3K^2 + CO^3Na^2$	+ 4,0
$C^2H^2O^4 + C^2Na^2O^4$	+ 3,8	$SO^4K^2 + SO^4Mg$	+ 8,8
$C^4H^6O^6 + C^4H^4Na^2O^6$	+ 6,6	$SO^4Na^2 + SO^4Mg$	+ 4,4

(146) *Formation des hydrates secondaires vers 15°, en partant de l'eau liquide.*

	Calories.		Calories.
$HCl + 2H^2O$, liq.	+11,6	SO^4H^2 liq. + nH^2O, liq.	+17,0
— sol.	+14,1	$C^2H^2O^4 + 2H^2O$, sol.	+ 6,2
$HCl + 6,5\,H^2O$, liq.	+16,5	$C^4H^6O^6 + H^2O$ (ac. racémique), sol.	+ 1,4
$HCl + nH^2O$, liq.	+17,4	AzH^3 gaz + H^2O, liq	+ 7,6
$HBr + 2H^2O$, liq.	+14,2	AzH^3 gaz + nH^2O, liq.	+ 8,8
$HBr + 4,5\,H^2O$, liq.	+17,5	$KHO + H^2O$, sol.	+ 8,9
$HBr + nH^2O$, liq.	+20,0	$KHO + 2H^2O$, sol.	+12,5
$HI + 3H^2O$, liq.	+15,6	$KHO + nH^2O$, liq.	+12,5
$HI + 4,5\,H^2O$, liq.	+17,0	$NaHO + nH^2O$, liq.	+ 9,8
$HI + 6,5\,H^2O$, liq.	+18,2	$BaH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24,4
$HI + nH^2O$, liq.	+19.5	$BaH^2O^2 + nH^2O$, liq.	+10,2
$HFl + nH^2O$, liq.	+11·8	$BaO^2 + 10H^2O$, crist.	+18,2
AzO^3H liq. + $2H^2O$, liq.	+ 5,0	$SrH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24,8
AzO^3H liq. + $6,5\,H^2O$, liq.	+ 7,0	$(CH^3)^3Az$ gaz + $3,5\,H^2O$, liq.	+ 9,0
AzO^3H liq. + nH^2O, liq.	+ 7,2	— + nH^2O, liq.	+12,9
SO^4H^2 liq. + H^2O, liq.	+ 6,2		

nH^2O correspond à l'emploi d'un excès d'eau et d'une grande dilution; liq., sol et crist. indiquent l'état liquide, solide ou cristallisé du produit de la réaction thermique.

(147) *Formation de quantités équivalentes de divers sels, dans l'état dissous ou précipité, au moyen des acides dissous et des bases dissoutes ou précipitées.*

	HCl = 2 lit.	AzO^6H = 2 lit.	$C^2H^4O^2$ = 2 lit.	CH^2O^2 = 2 lit.	$\frac{1}{2}C^2H^2O^4$ = 4 lit.	$\frac{1}{2}SO^4H^2$ = 2 lit.	$\frac{1}{2}H^2S$ = 8 lit.	HCy = 2 lit.	$\frac{1}{2}CO^2$ = 15 lit.
NaHO = 2 lit.	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2,9	10,2
KHO = 2 lit.	13,7	13,8	13,3	13,4	14,3	15,7	3,85	3,0	10,1
AzH^3 = 2 lit.	12,45	12,5	12,0	11,9	12,7	14,5	3,1	1,3	5,3
1/2 CaO = 25 lit.	14,0	13,9	13,4	13,5	18,5 pr.	15,6	3,9	3,2	9,8 pr.
1/2 BaO = 6 lit.	13,85	13,9	13,4	13,5	16,7	18,4 pr.	»	3,2	11,1
1/2 SrO = 10 lit.	14,0	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4 pr.	»	3,1	10,5 pr.
1/2 MgO pr. (1)	13,8	13,8	»	»	»	15,6	»	»	9,0
1/2 MnO pr.	11,8	11,7	11,3	10,7	14,3	13,5	5,1 pr.	»	6,8 crist.
1/2 FeO pr.	10,7	»	9,9	»	»	12,5	7,3	»	5,0
1/2 NiO pr.	11,3	»	»	»	»	13,1	»	»	»
1/2 CoO pr.	10,6	»	»	»	»	13,3	»	»	»
1/2 CdO pr.	10,1	10,1	»	»	»	11,9	»	7,2 pr.	»
1/2 ZnO pr.	9,8	9,8	8,9	9,1	12,5	11,7	9,6	7,3 pr.	5,5
1/2 PbO pr.	10,7 crist.	7,7	6,5	6,6	12,8	10,7 pr.	13,3	»	6,7
1/2 CuO pr.	7,5	7,5	6,2	6,6	»	9,2	15,8	»	2,4
1/2 HgO pr. (2)	9,45	»	3,0	»	7,0	»	24,35	15,5	»
1/2 Ag^2O pr. (3)	20,1	5,2	4,7	»	12,9	7,2	27,9	20,9	6,9
1/6 Al^2O^3 hydr.	9,3	»	»	»	»	10,5	»	»	»
1/6 Fe^2O^3 hydr.	5,9	5,9	4,5	»	»	5,7	»	»	»
1/6 Cr^2O^3 des sels viol.	6,9	»	»	»	»	8,2	»	»	»

1. Avec les oxydes insolubles, on a dissous l'équivalent d'acide dans 4 litres d'eau.
2. 1/2 HgO + HBr dissous = + 13,7 ; + HI dissous = HgI^2 rouge + 23,2.
3. 1/2 Ag^2O + HBr dissous = 22,5 à 25,5 ; + HI dissous + 26,5, puis 32,1.

(148) *Formation de quelques sels dissous.*

Acides dissous, base précipitée, vers 15°.

	Calor.		Calor.
1/3 $Gl^2O^3 + SO^4H^2$	+16,0	Cr^2O^3 préparé par	
$LaO + 2HCl$	+25,0	$NaHO$ en exc. + $6HCl$	+20,0
$CeO + SO^4H^2$	+26,0	$Cu^2O + 2HCl$	+15,0
$+ 2HCl$	+24,2	$+ 2HBr$	+20,8
$DiO + SO^4H^2$	+25,6	$+ 2HI$	+33,8
$+ 2HCl$	+24,0	1/2 Au^2O^3 hydr. + $3HBr$	+29,1
$YO + SO^4H^2$	+25,0	$+ 4HBr$	+36,8
$+ 2HCl$	+23,6	$+ 3HCl$	+18,5
$ErO + 2C^2H^4O^2$	+18,4	$+ 4HCl$	+23,8
$SnO + 2HCl$	+ 2,8	PdO hydr. + $2HCl$	+10,0
SnO^2 gél. + $4HCl$	+ 3,0	$+ 2HBr$	+14,8
Cr^2O^3 (du chlorure + $6HCl$	+41,4	+ 2HI, pr.	+35,8
+ 4 ou $6HCl$	+28,4	+ 2HCy,pr.	+44,8

(149) *Sels des acides polybasiques.*

1 équivalent de base alcaline dissous dans 2 litres d'eau et l'acide dans un volume d'eau équivalent vers 15°.

	Mol. de base.	NaHO	KHO	AzH^3	1/2 BaO (= 6 litres)
SO^4H^2	1	+14,7	+14,6	+ 13,6	»
	2	31,7	31,4	29,0	»
$C^2H^2O^4$	1	13,8	13,8	»	»
	2	28,6	28,6	25,4	»
$C^4H^6O^6$	1	12,9	»	»	»
	2	25,9	»	»	»
CO^2	1	11,0	11,1	9,7	»
	2	20,2	20,4	12,4 à 10,6	»
Bo^2O^3	1	11,6	»	8	»
	2	19,8 (var.)	»	11,6	»
$C^6H^8O^7$	1er	12,6 } 38,7	»	11,2 } 33,9	+13,4
	2e	12,8	»	11,2	14,3
	3e	13,2	»	11,5	39,5 crist.
	4e	0,8 à 0	»	0,2	
PO^4H^3 (1)	1er	14,7	»	13,5	15,1 } 30,3
	2e	11,6	»	12,8 puis 9,3	10,3
	3e	7,3	»	6,8 puis 0,2	5,1
	4e	1,6	»	»	»
IO^6H^5	1er	»	5,55	»	»
	2e	»	21,45	»	»
	3e	»	3,1	»	»
	4-5e	»	3,1	»	»

1. PO^4H^3 + 1/2, 2/2, 3/2 CuO = + 14,8, + 9,7, + 5,4.
— + — SrO = + 15,0, + 10,3, + 5,0.

(150) *Formation des sels dissous vers 15°.*

Acide dissous, base diluée (sauf indications).

Acide	Base	Calories.
HFl diss. +	NaHO	+ 16,3
SiH²Fl⁶	+ NaHO	+ 13,3
	+ 2NaHO	+ 26,6
	+ 3NaHO	+ 35,0
	+ 6NaHO	+ 61,4
	+ 12NaHO	+ 71,0
6FlH diss. +	SiO² pr.	+ 32,7
H²S diss. +	NaHO	+ 7,7
	2NaHO	+ 7,8
H²Se diss. +	NaHO	+ 7,4
	2NaHO	+ 7,6
FeCy⁶H⁴ diss. +	4KHO	+ 54
	2BaO	+ 56
	4AzH³	+ 48,8
	2/3 Fe²O³ pr.	+ 25,2
Fe²Cy¹²H⁶ diss. +	6KHO	+ 58
CySH diss. +	KHO	+ 14,0
	AzH³	+ 12,55
AzO²H diss. +	1/2 BaO	+ 9,3
	AzH³	+ 8,8
	1/2 Ag²O pr.	+ 3,4
1/4 Az⁴O³ diss. +	KHO	+ 5,3
	1/2 Ag²O pr.	+ 11,1
ClO⁴H dil. +	NaHO	+ 14,2
	1/2 BaO	+ 14,5
	AzH³	+ 12,9

Acide	Base	Calories.
ClOH dil. +	KHO	+ 9,6
	NaHO	+ 9,5
	1/2 BaO	+ 9,8
IO³H dil. +	KHO	+ 14,3
	2KHO	+ 14,7
S²O⁵H² dil. +	2NaHO	+ 27,0
SO² dil. +	2KHO	+ 31,8
	2AzH³	+ 25,4
	BaO	+ 34,6
	KHO	+ 17,9
	AzH³	+ 14,8
	1/2 BaO	+ 17,3 et 19,4
SeO² diss. +	2NaHO	+ 27,4
	NaHO	+ 14,8
SeO³ diss. +	2NaHO	+ 30,4
	NaHO	+ 14,8
PH³O² dil. +	NaHO	+ 15,2
PO³H³ dil. +	NaHO	+ 14,8
	2NaHO	+ 28,4
PO³H dil. +	NaHO	+ 14,5
P²O⁷H⁴ dil. +	2NaHO	+ 29,6
	4NaHO	+ 52,8
AsO⁴H³ diss. +	NaHO	+ 15
	2NaHO	+ 27,6
	3NaHO	+ 35,9
	6NaHO	+ 37,4

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$ClO^4H + 2H^2O$			+ 15,0	
$Br^2 + O$				− 12,4
$Br^2 + O^5 + H^2O$				− 49,6
$I^2 + O$				<−10,4
$I^2 + O^5$			+ 45,6	+ 43,8
$I^2 + O^5 + H^2O$			+ 48,6	+ 43,8
$I^2 + O^7 + H^2O$				+ 27,0
Si amorphe + O^2			+ 219,2	+ 207,4
$S^2 + O^2 + H^2O$, hyposulf.				+ 67,2
$S^2 + O^5 + H^2O$, dithion.				+ 206,6
$S^4 + O^5 + H^2O$, tétrathion.				+ 202,6
$S + O^2$	+ 69,2			+ 76,8
$S + O^3$	+ 91,8		+ 103,6	+ 141
S solide + $O^3 + H^2O$		+ 124	+ 124,8	+ 141
$SO^4H^2 + H^2O$		+ 6,2	+ 9,0(1)	
$2SO^3$ dissous + O, persulf.				− 27,6
$Se + O^2$			+ 57,6	+ 56,3
$Se + O^3 + H^2O$				+ 77,2
$Te + O^2$				+ 81,2
$Te + O^3 + H^2O$				+ 107,0
$Az^2 + O$	− 20,6	− 16,2		
$Az + O$	− 21,6			
$Az^2 + O^3$	− 22,2			− 8,4
$Az + O^2$	− 2,6	+ 1,7		
$Az^2 + O^5$	− 1,2	+ 3,6	+ 11,8	+ 28,6
$Az + O^3 + H$	+ 34,4	+ 41,6	+ 42,2	+ 48,8
$Az^2 + O^5 + H^2O$	− 0,2	+ 14,2	+ 15,4	+ 28,6
$AzO^3H + 2H^2O$		+ 5,0		
$P^2 + O + 3H^2O$		+ 70,0	+ 74,8	+ 74,4
$P^2 + O^3 + 3H^2O$		+ 244,2	+ 250,2	+ 250,0
$P^2 + O^5$			+ 363,8	+ 405,4
P^2O^5 amorphe en crist.			+ 6,6	
$P^2O^5 + 4H^2O$, pyrophosph.			+ 39	
$P^2O^5 + 3H^2O$			+ 338	+ 405,4
$As^2 + O^3$			+ 154,6	+ 147,0
$As^2 + O^5$			+ 219,4	+ 225,4
$As^2O^5 + 3H^2O$			+ 6,8	
B^2 amorphe + O^3			+ 312,6	+ 319,8
$B^2O^3 + 3H^2O$			+ 16,8	

1. H^2O solide.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Oxydes métalliques.				
$K^2 + O$			+ 97,2	+ 164,6
$K^2O + H^2O$			+ 42,4	
$Na^2 + O$			+ 100,2	+ 145,2
$Na^2O + H^2O$			+ 35,4	
$Li^2 + O$			+ 140,0	+ 166,6
$Li^2O + H^2O$			+ 13,4	
$Ca + O$			+ 132,0	+ 150,1
$CaO + H^2O$			+ 15	
$Sr + O$			+ 131,4	+ 158,2
$Sr O + H^2O$			+ 17,2	
$Ba + O$			x	$x + 28,0$
$BaO + H^2O$			+ 17,6	
$BaO + O$			+ 12,1	
$BaO^2 + H^2O$			+ 2,8	
$BaO^2 + H^2O^2$			+ 10,2	
$Mg + O + H^2O$			+ 149,8	
$Al^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 391,6	
$Mn + O$ (hydraté)			+ 94,8	
$Mn + O^2$ —			+ 116,2	
$Mn^2 + O^7 + H^2O$				+ 178
$Cr^2O^3 + O^5$			+ 6,2	+ 8,4
$Fe + O$ (hydraté)			+ 69,0	
$Fe^2 + O^3$ —			+ 191,2	
$Fe^3 + O^4$			+ 269	
$FeO + Fe^2O^3$			+ 9,0	
$Ni + O$, hydraté			+ 61,4	
$Ni^2 + O^3$, —			+ 122,2	
$Co + O$, —			+ 64,0	
$Co^2 + O^3$, —			+ 150,6	
$Au^2 + O^3$, —			— 11,2	
$Zn + O$, —			+ 86,4	
$Zn + O + H^2O$			+ 83,6	
$Cd + O$, hydraté			+ 66,4	
$Pb + O$			+ 51,0	
$PbO + H^2O$			+ 2,4	
$Pb + O^2$			+ 63,2	
$Tl^2 + O$			+ 43,0	+ 40,0
$Tl^2 + O + H^2O$			+ 46,2	+ 40,0
$Tl^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 83,4	
$Cu^2 + O$			+ 42,0	
$Cu + O$			+ 40,4	

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Cu + O + H^2O$			+ 38,0	
$Sn + O$, hydraté			+ 69,8	
$Sn + O^2$, —			+ 135,8	
$Hg^2 + O$			+ 24,8	
$Hg + O$			+ 22,4	
$Ag^2 + O$			+ 7,0	
$2Ag^2 + O^3$			+ 21,0	
$Pt + O$			+ 15,0	
$Pd + O$, hydraté			+ 20,0	
$Pd + O^2$, —			+ 30,4	
$Bi^2 + O^3$			+ 137,8	
$Sb^2 + O^3$			+ 167,4	
$Sb^2 + O^4$			+ 248,6	
$Sb^2 + O^5$			+ 228,8	
Composés cyaniques, Cy gazeux.				
C diamant + Az	— 73,9			— 67,1
$Cy + H$	+ 7,8	+ 13,5		+ 13,1
$Cy + Cl$	— 1,6	+ 9,9		
$Cy + I$ gaz			+ 6,3	
$Cy + K$			+ 67,6	+ 64,7
$Cy + Na$			+ 60,4	+ 59,9
$Cy^2 + Ca$				+ 115,4
$Cy^2 + Sr$				+ 117,4
$Cy^2 + Ba$			$x - 8,6$	$x - 6,8$
$Cy^2 + Zn$			+ 58,6	
$Cy^2 + Cd$			+ 40,0	
$Cy^2 + Pd$			+ 23,6	
$Cy^2 + Hg$			+ 24,4	+ 21,4
$Cy + Ag$			+ 3,9	
$KCy + O$			+ 72,0	+ 69;7
$Cy + H + S$				+ 19.9
$Cy + K + S$			+ 87,8	+ 81,7
$Cy + Na + S$				+ 77,1
$Cy^2 + Hg + S^2$			+ 36,0	
$Cy^2 + Pb + S^2$			+ 43.6	
$Cy + S + Ag$			+ 16,5	
$Fe + H^4 + Cy^6$			+ 106,8	+ 107,2
$Fe + K^4 + Cy^6$			+ 365,2	+ 370,6 (1)
$Fe^7 + Cy^{18}$ = bleu de Prusse			+ 556,0	
$Fe^2 + H^6 + Cy^{12}$				+ 154,8
$Fe^2 + K^6 + Cy^{12}$			+ 557,4	+ 528,6
$HgCy^2 + 2KCy$			+ 17,6	+ 12,4 (2)

1. KCy dissous. — 2. Composants dissous.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux	liquide.	solide.	dissous.
AgCy + KCy			+ 11,2	
$HgCy^2$ + KI			+ 6,5	+ 2,7(1)
$HgCy^2$ + KBr			+ 3,9	+ 0,5(1)
$HgCy^2$ + KCl			+ 1,6	+ 0,15(1)
Composés divers.				
Si amorphe + H^4	+ 32,9			
P^4 + H^2			+ 35,4	
As + H^3	— 36,7			
H^2 + nPt			+ 17,4	
H^2 + nPd			+ 9,4	
Az^2 + H^4				— 4,7
Az^3 + H				— 55,2
Az + H^3 + O			+ 27,4	+ 23,8
24 Hg liq. + K^2			+ 68,4	+ 51,4(2)
12 Hg liq. + Na^2			+ 43,2	+ 37,6(2)
7 Hg liq. + $2Na^2$			+ 60,8	
Sels ammoniacaux.				
Az + H^3	+ 12,2			+ 21,0
Az + H^5 + O				+ 19,0
HCl + AzH^3			+ 42,5	
HBr + AzH^3			+ 45,6	
HI + AzH^3			+ 44,2	
HCy + AzH^3			+ 20,5	
H^2S + AzH^3			+ 23,0	
H^2Se + AzH^3			+ 29,9	
AzO^3H gaz + AzH^3			+ 41,9	
CH^2O^2 gaz + AzH^3			+ 29,0	
$C^2H^4O^2$ gaz + AzH^3			+ 26,0	
$C^7H^6O^2$ solide + AzH^3			+ 17,0	
$C^2H^4O^3$ solide + AzH^3			+ 21,5	
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ solide + AzH^3			+ 22,9	
SO^4H^2 solide + $2AzH^3$			+ 67,6	
$C^2H^2O^4$ solide + $2AzH^3$			+ 48,8	
$C^4H^6O^4$ solide + $2AzH^3$			+ 39,4	
SO^2 gaz + H^2O gaz + $2AzH^3$			+ 64,8	
$2SO^2$ gaz + H^2O gaz + $2AzH^3$			+ 80,0	
CO^2 + H^2O + AzH^3			+ 30,4	
P + H^3	+ 11,6			
PH^3 + HBr			+ 23,0	
PH^3 + HI			+ 24,2	

1. Composants dissous. — 2. Dissous dans un excès de mercure.

(148) *Formation des sels solides.*

Acide hydraté solide + base hydratée solide = sel solide + eau solide.

La chaleur dégagée ne varie pas sensiblement avec la température.

Métal. M	AzO^3M. Nitrates.	CHO^2M. Formiates.	$C^2H^3O^2M$. Acétates.	$C^7H^5O^2M$. Benzoates.	$C^6H^2(AzO^2)^3OM$. Picrates.	C^6H^5OM. Phénates.	IO^3M. Iodates.	1/2 SO^4M^2. Sulfates.	1/2 $C^2O^4M^2$. Oxalates.	1/2 $C^4H^4O^6M^2$. Tartrates.	1/2 $C^4H^5O^4M^2$. Succinates.	$C^2H^3O^3M$. Glycolates.	C^2HO^3M. Glyoxylates.
K	+42,6	+25,5	+21,9	+22,5	+30,5	+17,7	+31,5	+40,7	+29,4	+27,1	+23,2	+26,5	
Na	+36,1	+22,3	+18,3	+17,4	+24,3	»	»	+34,7	+26,5	+22,9	+20,0	+24,6	+26,8
1/2 Ba	+31,7	+18,5	+15,2	»	+15,6	»	+25,6	+33,0	+20,8(1)	»	»	»	
1/2 Sr	+29,2	+16,7	+14,7	»	+13,0	»	»	+29,5	+21,3(1)	»	»	»	
1/2 Ca	»	+13,5	+10,6	+ 8,2	+ 8,5	»	»	+24,7	+18,9(1)	+16,7	»	+13,5	+15,6
1/2 Mn	»	+ 7,6	+ 4,5	»	»	»	»	+15,6	+13,2(1)	»	»	»	
1/2 Zn	»	+ 6,2	+ 3,3	»	− 1,2	»	»	+11,9	+11,5(1)	»	»	»	
1/2 Cu	»	+ 5,4	+ 4,3	»	+ 0,5	»	»	+10,5	»	»	»	»	
1/2 Pb	+19,7	+ 9,1	+ 5,1	»	+ 4,8	»	»	+19,9	+13,1	»	»	+ 8,4	
Ag	+18,0	»	+ 7,6	»	»	»	»	+17,9	+12,5	»	»	»	

Phtalates	ortho	méta	para
Na	+28,8	+25,2	+24,1
1/2 Pb	+ 9,7	+ 6,8	+ 8,0
Ag	+ 9,8	+ 8,8	+11,8

1. Ce nombre se rapporte au sel précipité, qui renferme de l'eau combinée.

(144) *Formation des sels solides depuis les éléments pris dans l'état actuel.*

Nitrates.		*Perchlorates.*	
Az + O^3 + K	+118,7	Cl + O^4 + K	+112,5
Az + O^3 + Na	110,6	Cl + O^4 + Na	110,2
Az^2 + O^3 + H^4	87,9	Cl + O^4 + Az + H^4	79,7
Az + O^3 + Li	111,2	*Bromate.*	
Az^2 + O^6 + Sr	219,6	Br gaz + O^3 + K	87,6
Az^2 + O^6 + Ca	202,4	*Iodate.*	
Az^2 + O^6 + Pb	105,6	I gaz + O^3 + K	128,4
Az + O^3 + Tl	58,1	*Carbonates,* C diamant.	
Az + O^3 + Ag	28,7	C + O^3 + K^2	278,0
Sulfates.		C + O^3 + Na^2	270,4
S + O^4 + K^2	342,2	C + O^3 + Sr	279,0
S + O^4 + Na^2	326,4	C + O^3 + Ca	269,6
S + O^4 + Az^2 + H^8	282,2	C + O^3 + Mg	267,8
S + O^4 + Sr	329,4	C + O^3 + Mn	208,2
S + O^4 + Ca	320	C + O^3 + Pb	166,6
S + O^4 + Mg	301,2	C + O^3 + Zn	194,4
S + O^4 + Mn	247,6	C + O^3 + Ag^2	120,6
S + O^4 + Pb	214,0	*Formiates.*	
S + O^4 + Zn	228,8	C + H + K + O^2	155,1
S + O^4 + Cu	180,4	C + H + Na + O^2	149,9
S + O^4 + Ag^2	165,8	*Acétates.*	
S^2 + O^7 + K^2	472,0	C^2 + H^3 + K + O^2	185,4
Hyposulfate.		C^2 + H^3 + Na + O^2	179,8
S^2 + O^6 + K^2	411,4	C^2 + H^3 + Ag + O^2	149,5
Hyposulfite.		*Oxalates.*	
S^2 + O^3 + K^2	266,8	C^2 + K^2 + O^4	324,2
Sulfites.		C^2 + Na^2 + O^4	314,4
S + O^3 + K^2	272,6	C^2 + H^8 + Az^2 + O^4	273,0
S^2 + O^5 + K^2	369,2	C^2 + Ag^2 + O^4	159,1
S + O^3 + Na^2	261	*Sels ammoniacaux.*	
S^2 + O^5 + Na^2	348,4	Az + H^4 + Cl	76,7
S^2 + O^6 + Mg	223	Az + H^4 + Br gaz	71,2
S + O^3 + H^8 + Az^2	215,4	Az + H^4 + I gaz	56,0
S^2 + O^5 + H^8 + Az^2	300	Az + H^5 + S gaz	42,4
Phosphates.		Az^2 + H^4 + O^2	64,8
P + O^4 + Na^3	451,6	Az + H^5 + Se	35
P^2 + O^8 + Ca^3	921,2	Az + H^4 + S + Cy	59,1
Chlorates.		Az + H^4 + Cy	40,5
K + Cl + O^3	94,6	O + Az + H^4 + Cl	70,8
Na + Cl + O^3	85,4		

(145) *Formation de quelques sels solides, les composants pris dans leur état actuel.*

	Calories.		Calories.
$KCl + O^3$	—11	$C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 0,1
$KBr + O^3$	—11,1	$2C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 5,5
$KI + O^3$	+44,1	$SO^4K^2 + SO^4Zn$	+ 4,2
$KCl + O^4$	+ 7,5	$SO^4K^2 + SO^4Cu$	+ 0,6
$NaCl + O^4$	+ 3,0	$SO^4K^2 + SO^4Mn$	+ 1,0
$BaCl^2 + O^8$	+ 2,2	$SO^4Na^2 + SO^4Zn$	+ 3,0
$SO^3 + SO^4K^2$	+26,2	$SO^4Na^2 + SO^4Mn$	+ 1,8
SO^4H^2 solide + SO^4K^2	+15,0	$KCl + MgCl^2$	+ 3,0
SO^4H^2 solide + SO^4Na^2	+16,2	$2KCl + (MgCl^2, 6H^2O)$	+ 2,2
$CrO^3 + K^2CrO^4$	+ 3,8	$2KCl + CaCl^2$	+ 2,6
$IO^3H + IO^3K$	+ 3,1	$CO^3K^2 + CO^3Na^2$	+ 4,0
$C^2H^2O^4 + C^2Na^2O^4$	+ 3,8	$SO^4K^2 + SO^4Mg$	+ 8,8
$C^4H^6O^6 + C^4H^4Na^2O^6$	+ 6,6	$SO^4Na^2 + SO^4Mg$	+ 4,4

(146) *Formation des hydrates secondaires vers 15°, en partant de l'eau liquide.*

	Calories.		Calories.
$HCl + 2H^2O$, liq.	+11,6	SO^4H^2 liq. + nH^2O, liq.	+17,0
— sol.	+14,1	$C^2H^2O^4 + 2H^2O$, sol.	+ 6,2
$HCl + 6{,}5H^2O$, liq.	+16,5	$C^4H^6O^6 + H^2O$ (ac. racé-	
$HCl + nH^2O$, liq.	+17,4	mique), sol.	+ 1,4
$HBr + 2H^2O$, liq.	+14,2	AzH^3 gaz + H^2O, liq	+ 7,6
$HBr + 4{,}5H^2O$, liq.	+17,5	AzH^3 gaz + nH^2O, liq.	+ 8,8
$HBr + nH^2O$, liq.	+20,0	$KHO + H^2O$, sol.	+ 8,9
$HI + 3H^2O$, liq.	+15,6	$KHO + 2H^2O$, sol.	+12,5
$HI + 4{,}5H^2O$, liq.	+17,0	$KHO + nH^2O$, liq.	+12,5
$HI + 6{,}5H^2O$, liq.	+18,2	$NaHO + nH^2O$, liq.	+ 9,8
$HI + nH^2O$, liq.	+19,5	$BaH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24,4
$HFl + nH^2O$, liq.	+11,8	$BaH^2O^2 + nH^2O$, liq.	+10,2
AzO^3H liq. + $2H^2O$, liq.	+ 5,0	$BaO^2 + 10H^2O$, crist.	+18,2
AzO^3H liq. + $6{,}5H^2O$, liq.	+ 7,0	$SrH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24,8
AzO^3H liq. + nH^2O, liq.	+ 7,2	$(CH^3)^3Az$ gaz + $3{,}5H^2O$, liq.	+ 9,0
SO^4H^2 liq. + H^2O, liq.	+ 6,2	— + nH^2O, liq.	+12,9

nH^2O correspond à l'emploi d'un excès d'eau et d'une grande dilution ; liq., sol et crist. indiquent l'état liquide, solide ou cristallisé du produit de la réaction thermique.

(147) *Formation de quantités équivalentes de divers sels, dans l'état dissous ou précipité, au moyen des acides dissous et des bases dissoutes ou précipitées.*

	HCl = 2 lit.	AzO^3H = 2 lit.	$C^2H^4O^2$ = 2 lit.	CH^2O^2 = 2 lit.	1/2 $C^2H^2O^4$ = 4 lit.	1/2 SO^4H^2 = 2 lit.	1/2 H^2S = 8 lit.	HCy = 2 lit.	1/2 CO^2 = 15 lit.
NaHO = 2 lit.	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2,9	10,2
KHO = 2 lit.	13,7	13,8	13,3	13,4	14.3	15.7	3,85	3,0	10,1
AzH^3 = 2 lit.	12,45	12,5	12,0	11,9	12.7	14,5	3,1	1,3	5,3
1/2 CaO = 25 lit.	14,0	13.9	13,4	13,5	18,5 pr.	15,6	3,9	3,2	9,8 pr.
1/2 BaO = 6 lit.	13,85	13.9	13,4	13,5	16,7	18,4 pr.	»	3,2	11,1
1/2 SrO = 10 lit.	14,0	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4 pr.	»	3,1	10,5 pr.
1/2 MgO pr. (1)	13,8	13,8	»	»	»	15,6	»	»	9.0
1/2 MnO pr.	11,8	11,7	11,3	10,7	14,3	13,5	5,1 pr.	»	6,8 crist.
1/2 FeO pr.	10.7	»	9,9	»	»	12,5	7,3	»	5,0
1/2 NiO pr.	11,3	»	»	»	»	13.1	»	»	»
1/2 CoO pr.	10,6	»	»	»	»	13,3	»	»	»
1/2 CdO pr.	10,1	10,1	»	»	»	11.9	»	7.2 pr.	»
1/2 ZnO pr.	9,8	9,8	8,9	9,1	12,5	11,7	9,6	7,3 pr.	5,5
1/2 PbO pr.	10,7 crist.	7,7	6,5	6,6	12,8	10,7 pr.	13,3	»	6,7
1/2 CuO pr.	7,5	7,5	6,2	6,6	»	9,2	15,8	»	2,4
1/2 HgO pr. (2)	9,45	»	3,0	»	7,0	»	24,35	15,5	»
1/2 Ag^2O pr. (3)	20,1	5,2	4,7	»	12,9	7,2	27,9	20,9	6,9
1/6 Al^2O^3 hydr.	9,3	»	»	»	»	10,5	»	»	»
1/6 Fe^2O^3 hydr.	5,9	5,9	4,5	»	»	5,7	»	»	»
1/6 Cr^2O^3 des sels viol.	6,9	»	»	»	»	8,2	»	»	»

1. Avec les oxydes insolubles, on a dissous l'équivalent d'acide dans 4 litres d'eau.
2. 1/2 HgO + HBr dissous = + 13,7 ; + HI dissous = HgI^2 rouge + 23,2.
3. 1/2 Ag^2O + HBr dissous = 22,5 à 25,5 ; + HI dissous + 26,5, puis 32,1.

(148) *Formation de quelques sels dissous.*

Acides dissous, base précipitée, vers 15°.

	Calor.		Calor.
1/3 $Gl^2O^3 + SO^4H^2$	+16,0	Cr^2O^3 préparé par	
$LaO + 2HCl$	+25,0	NaHO en exc. + 6HCl	+20,0
$CeO + SO^4H^2$	+26,0	$Cu^2O + 2HCl$	+15,0
+ 2HCl	+24,2	+ 2HBr	+20,8
$DiO + SO^4H^2$	+25,6	+ 2HI	+33,8
+ 2HCl	+24,0	1/2 Au^2O^3 hydr. + 3HBr	+29,1
$YO + SO^4H^2$	+25,0	+ 4HBr	+36,8
+ 2HCl	+23,6	+ 3HCl	+18,5
$ErO + 2C^2H^4O^2$	+18,4	+ 4HCl	+23,8
$SnO + 2HCl$	+ 2,8	PdO hydr. + 2HCl	+10,0
SnO^2 gél. + 4HCl	+ 3,0	+ 2HBr	+14,8
Cr^2O^3 (du chlorure + 6HCl	+41,4	+ 2HI, pr.	+35,8
+ 4 ou 6HCl	+28,4	+ 2HCy,pr.	+44,8

(149) *Sels des acides polybasiques.*

1 équivalent de base alcaline dissous dans 2 litres d'eau et l'acide dans un volume d'eau équivalent vers 15°.

	Mol. de base.	NaHO	KHO	AzH^3	1/2 BaO. (= 6 litres)
SO^4H^2	1	+14,7	+14,6	+ 13,6	»
	2	31,7	31,4	29,0	»
$C^2H^2O^4$	1	13,8	13,8	»	»
	2	28,6	28,6	25,4	»
$C^4H^6O^6$	1	12,9	»	»	»
	2	25,9	»	»	»
CO^2	1	11,0	11,1	9,7	»
	2	20,2	20,4	12,4 à 10,6	»
Bo^2O^3	1	11,6	»	8	»
	2	19,8 (var.)	»	11,6	»
$C^6H^8O^7$	1er	12,6	»	11,2	+13,4
	2e	12,8 } 38,7	»	11,2 } 33,9	14,3
	3e	13,2	»	11,5	39,5 crist.
	4e	0,8 à 0	»	0,2	
PO^4H^3 (1)	1er	14,7	»	13,5	15,1
	2e	11,6	»	12,8 puis 9,3	10,3 } 30,3
	3e	7,3	»	6,8 puis 0,2	5,1
	4e	1,6	»	»	»
IO^6H^5	1er	»	5,55	»	»
	2e	»	21,45	»	»
	3e	»	3,1	»	»
	4-5e	»	3,1	»	»

1. PO^4H^3 + 1/2, 2/2, 3/2 CuO = + 14,8, + 9,7, + 5,4.
— + — SrO = + 15,0, + 10,3, + 5,0.

(150) *Formation des sels dissous vers 15°.*

Acide dissous, base diluée (sauf indications).

Acide	Base	Calories.
HFl diss.	+ NaHO	+ 16,3
SiH^2Fl^6	+ NaHO	+ 13,3
	+ 2NaHO	+ 26,6
	+ 3NaHO	+ 35,0
	+ 6NaHO	+ 61,4
	+ 12NaHO	+ 71,0
6FlH diss.	+ SiO^2 pr.	+ 32,7
H^2S diss. +	NaHO	+ 7,7
	2NaHO	+ 7,8
H^2Se diss. +	NaHO	+ 7,4
	2NaHO	+ 7,6
$FeCy^6H^4$ diss. +	4KHO	+ 54
	2BaO	+ 56
	$4AzH^3$	+ 48,8
	2/3 Fe^2O^3 pr.	+ 25,2
$Fe^2Cy^{12}H^6$ diss.	+ 6KHO	+ 58
CySH diss. +	KHO	+ 14,0
	AzH^3	+ 12,55
AzO^2H diss. +	1/2 BaO	+ 9,3
	AzH^3	+ 8,8
	1/2 Ag^2O pr.	+ 3,4
1/4 Az^4O^3 diss. +	KHO	+ 5,3
	1/2 Ag^2O pr.	+ 11,1
ClO^4H dil. +	NaHO	+ 14,2
	1/2 BaO	+ 14,5
	AzH^3	+ 12,9

Acide	Base	Calories.
ClOH dil. +	KHO	+ 9,6
	NaHO	+ 9,5
	1/2 BaO	+ 9,8
IO^3H dil. +	KHO	+ 14,3
	2KHO	+ 14,7
$S^2O^5H^2$ dil. +	2NaHO	+ 27,0
SO^2 dil. +	2KHO	+ 31,8
	$2AzH^3$	+ 25,4
	BaO	+ [illegible],6
	KHO	+ 17,9
	AzH^3	+ 14,8
	1/2 BaO	+ 17,3 et 19,4
SeO^2 diss. +	2NaHO	+ 27,4
	NaHO	+ 14,8
SeO^3 diss. +	2NaHO	+ 30,4
	NaHO	+ 14,8
PH^3O^2 dil.	+ NaHO	+ 15,2
PO^3H^3 dil. +	NaHO	+ 14,8
	2NaHO	+ 28,4
PO^3H dil.	+ NaHO	+ 14,5
$P^2O^7H^4$ dil. +	2NaHO	+ 29,6
	4NaHO	+ 52,8
AsO^4H^3 diss. +	NaHO	+ 15
	2NaHO	+ 27,6
	3NaHO	+ 35,9
	6NaHO	+ 37,4

	Calories.		Calories.
AsO^3H^3 diss. + { NaHO	+ 13,8	$C^2H^2O^2(SO^3H^2)^2$,glyoxaldisulf.+2AzH^3	+ 32,6
2NaHO	+ 15,1	$C^7H^6O^5$ gallique diss. + { NaHO	+ 13,1
1/2 NaHO	+ 7,3	2NaHO	+ 20,4
SiO^2 gél. + NaHO	+ 4,3 (var.)	3NaHO	+ 26,4
SnO^2 gél. + NaHO	+ 4,8	$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss.+ { NaHO	+ 13,6
CrO^3 dil. + { KHO	+ 13,5	1/2 BaO	+ 13,7
2KHO	+ 25,4	$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss.+ { NaHO	+ 12,9
$PtCl^6H^2$ dil. + 2NaHO	+ 27,2	2NaHO	+ 20,5
$C^3H^6O^2$ dil. + 1/2 BaO	+ 13,4	$C^8H^6O^4$ orthophtalique diss.+ { NaHO	+ 14,7
$C^4H^8O^2$ dil. + NaHO	+ 13,7	2NaHO	+ 27,3
$C^5H^{10}O^2$ dil. + { NaHO	+ 14,0	$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + { NaHO	+ 14,4
AzH^3	+ 12,7	2NaHO	+ 28,0
$C^4H^6O^4$ diss. + { 2NaHO	+ 26,4	3NaHO	+ 36,7
KHO	+ 13,6	$C^7H^{12}O^6$ quinique, diss. + NaHO	+ 13,2
2KHO	+ 26,4	$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + { NaHO	+ 13,6
2AzH^3	+ 23,0	2NaHO	+ 26,7
$C^3H^6O^3$ acrylacét. diss. + NaHO	+ 12,5	$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + { 1,2,3 NaOH	+14,6×1,2,3
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + { NaHO	+ 13,6	4,5,6 NaOH	+13,0×4,5,6
1/2 CaO	+ 13,9	C^2H^3ClO, chloracét. dil. + NaHO	+ 14,4
AzH^3	+ 12,2	C^2HCl^3O, trichloracét. dil. + NaHO.	+ 14,1
$C^3H^6O^3$ lactique diss. + NaHO	+ 13,5	$C^2H^5AzO^2$, glycocolle + NaHO	+ 2,9
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss. + { NaHO	+ 13,2	$C^7H^5(AzO^4)O^2$ nitrobenz. + NaHO	+ 12,8
2NaHO	+ 15,3	$C^7H^5(AzH^2)O^2$ amidobenz + NaHO.	+ 9,3
AzH^3	+ 12,1	$C^7H^6O^2$ benzoïque diss + NaHO	+ 13,5
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + { NaOH	+ 12,7	$C^7H^6O^3$ salicyl. diss. + NaHO	+ 12,9
2NaOH	+ 25,2	— + 2NaHO	+ 13,7
$C^2H^6SO^4$ iséthion. diss. + NaOH	+ 13,7	— métaoxybenz. diss. + NaHO	+ 12,8
— éthylsulfur. diss. + { NaOH.	+ 13,7	— + 2NaHO	+ 21,7
1/2BaO	+ 13,9	— paroxybenz. diss. + NaHO.	+ 13,0

	Calories.
$C^7H^6O^3$ paroxybenz. diss. + 2NaHO	+ 23,3
C^6H^6O phénol diss. + NaHO ou KHO	+ 7,9
C^6H^6O phénol diss. + AzH^3	+ 2,0
C^6H^5ClO, méta, diss. + NaOH	+ 7,8
$C^6H^4Cl^2O$, méta, diss. + NaHO	+ 9,1
C^6H^5BrO diss. + NaHO	+ 8,0
$C^6H^5(AzO^2)O$ ortho, diss. + NaHO	+ 9,3
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + AzH^3	+ 12,7
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO	+ 13,7
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + 1/2 BaO	+ 13,8
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO	+ 8,2
$C^6H^4(CH^3)OH$ para et méta diss + NaHO	+ 7,7
$C^{10}H^8O$ naphtol α crist. + NaHO	+ 2,8
» β » + NaHO	+ 2,2
$C^6H^6O^2$ résorcine diss. + 2NaHO	+ 15,6
$C^7H^6O^2$ orcine diss. + NaHO	+ 8,2
— + 2NaHO	+ 15,3
$C^6H^6O^2$ hydroquinone + NaHO	+ 8,6
— + 2NaHO	+ 14,4
$C^6H^6O^2$ pyrocatéchine + NaHO	+ 6,3
— + 2NaHO	+ 7,7
$C^7H^8O^2$ saligénine diss. + NaHO	+ 6,6
$C^6H^6O^3$ phloroglucine + NaHO	+ 8,3
+ 2NaHO	+ 16,7
+ 3NaHO	+ 18,3
$C^6H^6O^3$ pyrogallol + NaHO	+ 6,4
+ 2NaHO	+ 12,8
+ 3NaHO	+ 13,8

	Calories.
$C^7H^6O^2$ aldéhyde salicyl. + NaHO	+ 8,0
— — paroxybenz. + NaHO	+ 9,1
Aldéhyde méthylprotocatéch. + NaHO	+ 9,3
Alizarine + NaHO	+ 5,1
+ 2NaHO	+ 5,8
$C^6H^{14}O^6$ mannite diss. + KHO ou NaHO	+ 1,1 var.
$C^3H^8O^3$ glycérine diss. + NaHO diss.	+ 0,5 var.
AzH^3O hydroxylam. diss. + HCl dil	+ 9,2
— + 1/2 H^2SO^4 dil.	+ 10,8
C^2H^5,AzH^2 éthylam. diss. + HCl dil.	+ 13,2
+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 15,2
+ $C^2H^4O^2$ dil.	+ 12,9
$(CH^3)^3Az$ triméthyl diss. + HCl dil.	+ 9,0
+ $C^2H^4O^2$ dil.	+ 8,3
+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 10,9
+ 1/2 CO^2 diss.	+ 4,4
$(CH^3)^4Az$ OH diss + 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 15,5
CH^4Az^2O urée diss. + HCl dil.	+ 0,1
$C^6H^5AzH^2$ aniline diss. + HCl dil.	+ 7,4
Paratoluidine diss. + HCl dil	+ 8,2
Orthochloraniline diss. + HCl dil.	+ 6,3
Méta — diss + HCl dil.	+ 6,6
Para — diss. + HCl dil.	+ 7,2
Nitraniline + HCl dil.	+ 1,8
$(C^2H^5)^3SbO$ diss. + SO^4H^2 dil.	+ 1,8
Glycocolle diss. + HCl dil	+ 1,1
Acide amidobenzoïq. diss. + HCl dil.	+ 2,8
Méthylquinine + 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 10,0

(151) *Chaleurs de formation des composés organiques depuis les éléments* (C diamant, les autres gazeux), *et chaleurs de combustion à pression constante (état actuel).*

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Composés simples et hydrocarbures.					
C amorphe en diamant			+ 3,35		97
Oxyde de carbone $C + O$	+ 26,1				68,2
Acide carbonique $C + O^2$	+ 94,3		+100,1	+ 99,6	
Oxychlorure de carbone $CO + Cl^2$	+ 19,1				
Sulfure de carbone $C + S^2$	− 9,5	− 12,7			
Acétylène $C^2 + H^2$ ou $2(C + H)$	− 58,1				315,7
Éthylène $C^2 + H^4$ ou $2(C + H^2)$	− 14,6				341,1
Éthane $C^2 + H^6$ ou $2(C + H^3)$	+ 23,3				372,3
Méthane $C + H^4$	+ 18,9				213,5
Allylène $C^3 + H^4$	− 52,6				473,6
Propylène $C^3 + H^6$	− 9,4				499,3
Propane $C^3 + H^8$	+ 30,5				528,4
Amylène $C^5 + H^{10}$	+ 6,9	+ 12,1			804,4
Diamylène $(C^{10} + H^{20})$	+ 29,1	+ 36,0			1597
Benzine $C^6 + H^6$	− 10,2	− 3,2	− 0,9		776
Dipropargyle $C^6 + H^6$	− 8,1				853,6 gaz
Diallyle $C^6 + H^{10}$	+ 6,5				904,3 gaz
Camphène crist. inactif $C^{10} + H^{16}$			+ 19,8		1469,2
Citrène —	+ 12,2	+ 21,7			1473,3
Térébenthène liq. —	− 5,2	+ 4,2			1490,8
Cymène $C^{10} + H^{14}$ —		+ 24,4			1401,6
Cétène $C^{16} + H^{32}$		+122,8			2490

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Naphtaline $C^{10} + H^{8}$			— 23,7		1242,7
Diphényle $C^{12} + H^{10}$			— 33,5		1510,1
Acénaphtène $C^{12} + H^{10}$			— 44,6		1521,2
Dibenzyle $C^{14} + H^{14}$			— 27		1830,2
Stilbène $C^{14} + H^{12}$			— 43,1		1777,3
Anthracène $C^{14} + H^{10}$			— 42,4		1707,6
Phénanthrène —			— 35,2		1700,4
Rétène $C^{18} + H^{18}$			— 7,7		2326,1
Alcools.					
Alcool méthylique $C + H^{4} + O$	+ 53,9	+ 62,3		+ 64,3	170
— éthylique $C^{2} + H^{6} + O$	+ 59,8	+ 69,9		+ 72,4	325,7
Alc. propylique $C^{3} + H^{8} + O$, normal et secondaire.		+ 67,9		+ 70,9	478-491
Alcool butylique $C^{4} + H^{10} + O$, fermentation		+ 85,2		+ 88,1	633-637
— amylique $C^{5} + H^{12} + O$, isomères	+ 83,5	+ 94,5		+ 97,3	788-793
— caprylique $C^{8} + H^{18} + O$		+ 112,8			1262
— éthalique $C^{16} + H^{34} + O$			+ 116,6		2565
— allylique $C^{3} + H^{6} + O$		+ 46,9	+ 48,9		442,6
Éthylvinylcarbinol, $C^{5} + H^{10} + O$		+ 63,5			753
Allyldiméthylcarbinol $C^{6} + H^{12} + O$		+ 65,8			914
Allyldipropylcarbinol $C^{10} + H^{20} + O$		+ 88,0			1545
Menthol $C^{10}H^{20} + O$		+ 124			1509
Diallylméthylcarbinol $C^{8} + H^{14} + O$		+ 36,4			1201
Phénol $C^{6} + H^{6} + O$		+ 33,5	+ 36,8	+ 34.8	736.4
Glycol $C^{2} + H^{6} + O^{2}$		+ 112,3		+ 114	283

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Propylglycols $C^3 + H^8 + O^2$		+127,9			431 à 436
Pinacone $C^6 + H^{14} + O^2$			+150,4		898
Glycérine $C^3 + H^8 + O^3$		+166,4	+170,3	+164,9	392,5
Mannite, dulcite $C^6 + H^{14} + O^6$			+320,3	+315,7Mn	728,5
Glucose $C^6H^{12}O^6$ et isomères			+306,8	+303,8Gl	673
Oxyde de méthyle $C^2 + H^6 + O$	+ 51,4			+ 59,7	344,2
— d'éthyle (éther) $C^4 + H^{10} + O$	+ 66,5	+ 73,2		+ 79,2	649
— d'éthylène $C^2 + H^4 + O$	+ 18,3	+ 24,4		+ 25,9	308,4 gaz
Polyglucosides (amidon, gommes, etc.) $n(C^6 + H^{10} + O^5)$			+225,8 à 243,8		667 à 685
Cellulose (coton) $C^6 + H^{10} + O^5$			+228,8		682
Saccharose $C^{12} + H^{22} + O^{11}$ et isomères			+533,8		1355
Éthylate de sodium $C^2 + H^5 + Na + O$			+103,3		
Méthylate — $C + H^3 + Na + O$			+ 95,5		

Aldéhydes.

	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Aldéhyde $C^2 + H^4 + O$	+ 51,1	+ 57,1		+ 60,7	269,5
Aldol $C^4 + H^8 + O^2$		+106,3			546,9
Paraldéhyde $C^6 + H^{12} + O^3$		+166,6			813,2
Acétone $C^3 + H^6 + O$	+ 58,4	+ 65.9		+ 68,4	424
Aldéhyde propionique —		+ 69,9		+ 73,9	420
— valérique $C^5 + H^{10} + O$		+ 769			742
Diéthylacétone, —	+ 81,1				736,9
Dipropylacétone $C^7 + H^{14} + O$	+ 89,1				1053,9
Diisopropylacétone —	+ 97,1				1045,7

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Méthylhexylacétone $C^8 + H^{16} + O$	+ 94,4				1211,8
Aldéhyde crotonique $C^4 + H^6 + O$		+ 42,2			542,3
Œnanthol $C^7 + H^{14} + O$		+ 80,1			1063
Méthylal $C^3 + H^8 + O^2$	+119,1	+125,0		+128,2	434
Acétal $C^6 + H^{14} + O^2$		+129,8			918,6
Oxyde de mésityle $C^6 + H^{10} + O$		+ 64,8			846,1
Glyoxal $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5K^2$ diss.				+ 15,0	
— $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5Az^2H^8$ diss				+ 14,2	
Quinone $C^6 + H^4 + O^2$			+ 47		656,8

Éthers (1).

	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	Chaleur de combustion.
Formiate de méthyle $C^2 + H^4 + O^2$	+ 87,9	+ 94,8		+ 95,9	232 liq.
— d'éthyle $C^3 + H^6 + O^2$	+101,9	+109,3		+111,4	380,6 liq.
Acétate — $C^4 + H^8 + O^2$	+118,3	+129,2		+129,6	524
Oxalate de méthyle $C^4 + H^6 + O^4$			+186,2	+184	398
— d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^4$	+187,2	+197,8		+200,9	550
Carbonate de méthyle $C^3 + H^6 + O^3$		+149,9			339,7
— d'éthyle $C^5 + H^{10} + O^3$		+176			642,2
Trilaurine $C^{39} + H^{74} + O^6$			+491		5707,7
Trimyristine $C^{45} + H^{86} + O^6$			+595		6601,9
Trioléine $C^{57} + H^{104} + O^6$		+245			8718
Azotate d'éthyle $C^2 + H^5 + Az + O^3$		+ 49,9		+ 50,9	341

1. La chaleur de formation à l'état liquide se calcule approximativement en ajoutant les chaleurs de formation de l'alcool et de l'acide, et retranchant celle de l'eau liquide et 2,0 par chaque équivalent d'alcool.

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Nitroglycérine $C^3 + H^5 + Az^3 + O^9$		+ 98,9			356,5
Nitromannite $C^6 + H^8 + Az^6 + O^{18}$			+450,2		691
Acétylacétate d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^3$		+456,8			754
Composés chlorés, bromés, iodés.					
Chlorure de méthyle $C + H^3 + Cl$	+ 28,8				
Bromure — $C + H^3 + Br$ gaz	+ 17,4				
Iodure — $C + H^3 + I$ gaz	+ 14,5	+ 21			
Bichlorure de méthylène $C + H^2 + Cl^2$	+ 31,8	+ 38,2			
Chlorure d'éthyle $C^2 + H^5 + Cl$	+ 39,1	+ 45,5			
Bromure — $C^2 + H^5 + Br$ gaz	+ 31,6	+ 38,3			
Iodure — $C^2 + H^5 + I$ gaz	+ 23,4	+ 30,9			
Chloroforme $C + H + Cl^3$	+ 46,6	+ 53,9		+ 45,4	
Chlorure d'éthylidène $C^2 + H^4 + Cl^2$	+ 34,5	+ 41,1			
Bromure d'éthylène $C^2 + H^4 + Br^2$ gaz	+ 14,3	+ 22,5			
Chlorhydrate d'amylène $C^5 + H^{11} + Cl$	+ 45,7	+ 51,7			
Bromhydrate — $C^5 + H^{11} + Br$ liq	+ 29,5	+ 36,8			
Iodhydrate — $C^5 + H^{11} + I$ sol	+ 10,3	+ 20,7			
Monochlorh. glycol $C^2 + H^5 + Cl + O$		+ 82,4		+ 83,7	
Chlorure d'acétyle $C^2 + H^3 + O + Cl$	+ 66,5	+ 74,7			
Bromure — $C^2 + H^3 + O + Br$ liq		+ 65,2			
Iodure — $C^2 + H^3 + O + I$ sol		+ 49,9			
Phénol monobromé $C^6 + H^5 + O + Br$			+ 38,5		
— bibromé $C^6 + H^4 + O + Br^2$			+ 37,6		
— tribromé $C^6 + H^3 + O + Br^2$			+ 38,5		

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Composés azotés.					
Ethylamine $C^2 + H^7 + Az$	+ 20,4			+ 33,3	409,7
Triméthylamine $C^3 + H^9 + Az$	+ 8,6			+ 4,3	592
Aniline $C^6 + H^7 + Az$	— 21,6	— 13		— 13,2	818,5
Oxamide $C^2 + H^4 + Az^2 + O^2$			+140,6		286
Fulminate de mercure $C^2 + Az^2 + Hg + O^2$			+ 63,5		250,9(Hg lib.)
Poudre-coton $C^{24} + H^{29} + Az^{11} + O^{42}$			+631,0		2633
Nitrobenzine $C^6 + H^5 + Az + O^2$		+ 14,5	+ 8,7		732
Binitrobenzine $C^6 + H^4 + Az^2 + O^4$. (ortho)			+ 0,3		703,5
Acide picrique $C^6 + H^3 + Az^3 + O^7$.			+ 50,9	+ 42,8	618,4
Picrate de potassium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + K$			+115,3	+105,3	619,7 (bic.)
— d'ammonium $C^6 + H^6 + Az^4 + O^7$			+ 81,9	+ 73,2	690,9
— de sodium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + Na$			+107,1	+100,7	
— de calcium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Ca$.			+ 97	+ 98,1	
— de strontium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Sr$			+102,3	+102,7	
— de baryum $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Ba$			x+39,8	x+37,4	
— de magnesium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2 Mg$			+ 90,8	+ 98,2	
— de zinc $C^6 + H^2 + A^3 + O^7 + 1/2\ Zn$			+ 55,6	+ 61,4	
— de cuivre $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Cu$			+ 34,4	+ 36	
— de plomb $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2\ Pb$			+ 46,5	+ 43	
Cyanogène $C^2 + Az^2$	— 73,9			— 67,1	262,5
Ac. cyanhydrique $C + Az + H$	— 29,2	— 23,5		— 23,1	158 (gaz)
Nitrate de diazobenzol $C^6 + H^5 + Az^3 + O^3$			+ 45,6		782,9

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Acides.					
Acide formique $C + H^2 + O^2$	+ 90,7	+101,5	+104	+101,6	61,7 (liq.)
— acétique $C^2 + H^4 + O^2$	+107,1	+117,2	+119,7	+117,6	209,4 (liq.)
— propionique $C^3 + H^6 + O^2$		+123			366,9
— butyrique $C^4 + H^8 + O^2$	+118,5	+128,5		+129,5	524,7
— isobutyrique $C^4 + H^8 + O^2$		+135,4			517,8
— valérique $C^5 + H^{10} + O^2$	+148,9	+159,5	+150,3		674
— caproïque $C^6 + H^{12} + O^2$		+149,8			830
— caprylique $C^8 + H^{16} + O^2$		+167,7			1138,7
— nonylique $C^9 + H^{18} + O^2$		+182,3			1287,4
— laurique $C^{12} + H^{24} + O^2$			+199,2		1759,7
— myristique $C^{14} + H^{28} + O^2$			+224,4		2061,8
— margarique ou palmitique $C^{16} + H^{32} + O^2$			+241		2371,8
— stéarique $C^{18} + H^{36} + O^2$			+260,4		2678,9
— oxalique $C^2 + H^2 + O^4$			+197,6	+195,3	60
— malonique $C^3 + H^4 + O^4$			+220,9		207,6
— succinique $C^4 + H^6 + O^4$			+239,4	+233,0	354
— lactique $C^3 + H^6 + O^3$		+168,6			329,5
— citrique $C^6 + H^8 + O^7$			+276,9		480,1
— benzoïque $C^7 + H^6 + O^2$			+ 95,6		771,5
— salicylique $C^7 + H^6 + O^3$			+139	+132,6	734
— paroxybenzoïque $C^7 + H^6 + O^3$			+140,2	+134,6	733
— quinique $C^7 + H^{12} + O^6$			+240,4		833,7
— cuminique $C^{10} + H^{12} + O^2$			+119		1237,7
Anhydride acétique $C^4 + H^6 + O^3$	+141	+149,8			434,4
— propionique $C^6 + H^{10} + O^3$		+163,8			747

(152) *Chaleur de formation de divers composés organiques.*

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Chlorure de méthyle	$CH^4O + HCl - H^2O$	+ 11,9		
Bromure —	$CH^4O + HBr - H^2O$	+ 9,0		
Iodure —	$CH^4O + HI - H^2O$	+ 19,5	+ 28,4	
Formiate —	$CH^4O + CH^2O^2 - H^2O$	— 4,5	— 8,2	— 7,4
Chlorure d'éthyle liq.	$C^2H^6O + HCl - H^2O$	+ 14,8	+ 21,0	
— — liq.	$C^2H^4 + HCl$		+ 38,4	
Bromure — liq.	$C^2H^6O + HBr - H^2O$	+ 15,8	+ 22,3	
— — liq.	$C^2H^4 + HBr$		+ 39,5	
Iodure — liq.	$C^2H^6O + HI - H^2O$	+ 21,0	+ 28,4	
— — liq.	$C^2H^4 + HI$		+ 46,5	
Monochlorhydrine du glycol	$C^2H^6O^2 + HCl - H^2O$		+ 17,1	— 0,6
— —	C^2H^4O gaz $+ HCl$		+ 36,0	
Formiate d'éthyle	$C^2H^6O + CH^2O^2 - H^2O$	— 11,1	— 13,9	— 13,5
Acétate —	$C^2H^6O + C^2H^4O^2 - H^2O$	— 6,1	— 2,0	— 1,8
Oxalate —	$2C^2H^6O + C^2H^2O^4 - H^2O$		— 3,8	— 1,5
Acide éthyloxalique diss.	$C^2H^6O + C^2H^2O^4 - H^2O$			— 3,6
Oxalate de méthyle sol.	$2CH^4O + C^2H^2O^4 - 2H^2O$		+ 1,6	— 3,4
Azotate d'éthyle	$C^2H^6O + AzO^3H - H^2O$		+ 6,2	— 2,6
Nitroglycérine	$C^3H^8O^3 + 3AzO^3H - 3H^2O$		+ 14,1	+ 2,7
Nitromannite sol.	$C^6H^{14}O^6 + 6AzO^3H - 6H^2O$		+ 23,4	+ 15,0
Oxyde d'éthyle	$2C^2H^6O - H^2O$	+ 3,0	— 0,3	+ 0,5
Acide méthylsulfurique	$CH^4O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 13,8	— 5,1
— éthylsulfurique	$C^2H^6O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 14,7	— 4,7

1. Composants purs. Composé dissous.

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Acide iséthionique	$C^2H^6O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 16,0	− 3,4
— propylsulfurique	$C^3H^8O + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 15.9	− 4,0
— isopropylsulfurique	— (1)		+ 17,1	− 3,3
— isobutylsulfurique	$C^4H^{10}O$ ferm.) $+ H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 17,6	− 2,2
— amylsulfurique	$C^5H^{12}O$ (ferm.) $+ H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 19,5	− 0,2
— glycérylsulfurique	$C^4H^8O^3 + H^2SO^4 - H^2O$ (1)		+ 15,2	− 3,2
Chlorhydrate d'amylène	C^5H^{10} liq. $+ HCl$		+ 17,6	
Bromhydrate —	C^5H^{10} liq. $+ HBr$		+ 15,2	
Iodhydrate —	C^5H^{10} liq. $+ HI$		+ 14,8	
Bromure d'éthylène	$C^2H^4 + Br^2$ liquide		+ 29,3	
Acide éthylsulfurique	$C^2H^4 + H^2SO^4$ pur			+ 31,6
— —	$C^2H^4 + H^2SO^4$ dilué			+ 14,7
— iséthionique	$C^2H^4 + H^2SO^4$ dilué			+ 16,0
— —	$C^2H^6O + SO^3$			+ 36,4
Éthylsulfate de sodium	$C^2H^6O + H^2SO^4 + NaHO - H^2O$		+ 40,6	
— de baryum	$C^2H^6O + H^2SO^4 + 1/2\ BaO^2H^2 - H^2O$		+ 33,2	
Éthylate de sodium	$C^2H^6O + NaHOH - H^2O$ solide		+ 0,2	
— de baryum	$C^2H^6O + 1/2\ BaH^2O^2$ —		− 0,8	
Méthylate de sodium	$C^2H^4O + NaHO$ —		+ 1,3	
Glycolate —	$C^2H^3O^3Na + NaHO - H^2O$		+ 0,1	
Acide phénylsulfureux	$C^6H^6 + SO^4H^2$			− 2,6
— crésylsulfureux	$C^7H^8 + SO^4H^2$			− 1,4
Aldéhyde	$C^2H^4 + O$	+ 65,6	+ 71,6	
Acide acétique	$C^2H^4 + O^2$		+ 131,7 liq.	

1. Composants purs. Composé dissous.

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant — tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Acide acétique	$C^2H^4O + O$	+ 60,1	+ 60,1	
— —	$C^2H^6O + O^2$		+ 116,3	
— oxalique	$C^2H^2 + O^4$		+ 255,7	
— —	$C^2H^4O^2$ liq. $+ O^3 - H^2O$		+ 149,4	
— formique	$CH^4O + O^2$		+ 108,3	
Aldéhyde propionique	$C^3H^6 + O$		+ 79,3	
Acétone	—		+ 75,3	
Acide propionique	$C^3H^6 + O^2$		+ 132,4	
— —	$C^3H^6O + O$		+ 53,1	
— valérique liq.	$C^5H^{12}O + O^2 - H^2O$		+ 134	
— margarique sol.	$C^{16}H^{34}O + O^2 - H^2O$		+ 193,3	
F[illegible]ide	CH^2O^2, AzH^3, diss. $- H^2O$			— 1,0
Aci[illegible]hydrique	— diss. $- 2H^2O$			— 10,4
Oxam[illegible]	$C^2H^2O^4$, $2AzH^3$, crist. $- 2H^2O$		— 2,4	
Chloru[illegible]yle	$C^2H^4O^2 + HCl$ gaz $- H^2O$		— 5,5	
Bromure	$C^2H^4O^2 + HBr$ — — H^2O		— 2,9	
[illegible]dure	$C^2H^4O^2 + HI$ — — H^2O		— 1,8	
C[illegible]rure de bu[illegible]yle	$C^4H^8O^2 + HCl$ — — H^2O		— 3,8	
Bro[illegible]ure —	$C^4H^8O^2 + HBr$ — — H^2O		— 1,9	
Chlor[illegible]e de valéryle	$C^5H^{10}O^2 + HCl$ — — H^2O		— 2,5	
Bromu[illegible] —	$C^5H^{10}O^2 + HBr$ — — H^2O		— 1,7	
Benzine c[illegible]oronitrée	$C^6H^5Cl + AzO^3H - H^2O$		+ 36,4	
Acide nitro[illegible]nzoïque	$C^7H^6O^2 + AzO^3H - H^2O$		+ 36,6	
Nitronaphtali[illegible]	$C^{10}H^8 + HAzO^3 - H^2O$		+ 36,5	

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
[...]........	$C^7H^8 + AzO^3H - H^2O$		+ 38,0	
— [...]e........	$CH^4 + Cl^2 - HCl$	+ 32,0		
Nitrotoluèn[...]ylène........	$CH^3Cl + Cl^2 - HCl$	+ 24,8	+ 31,2	
Chloru[...]éthyle........	$CH^4 + Br^2 - HBr$	+ 12,1	+ 4,1	
Chlor[...] —	$CH^4 + I^2 - HI$	— 5,1	— 9,7	
Bro[...]d'éthyle........	$C^2H^6 + Cl^2 - HCl$	+ 54,8	+ 61,2	
Io[...] d'éthylidène........	$C^2H^5Cl + Cl^2 - HCl$	+ 17,4	+ 17,4	
[...]ure d'éthyle........	$C^2H^6 + Br^2 - HBr$	+ 38,8	+ 36,7	
[...]dure —	$C^2H^6 + I^2 - HI$	+ 16,3	+ 13,0	
Monochlorh. du glycol........	$C^2H^6O^2 + Cl^2 - HCl$		+ 33,0	
Phénol monobromé........	$C^6H^6O + Br^2 - HBr$		+ 12,1	
— bibromé........	$C^6H^6O + 2Br^2 - 2HBr$		+ 20,4	
— tribromé........	$C^6H^6O + 3Br^2 - 3HBr$		+ 31,0	
Résorcine tribromée........	$C^6H^6O^2 + 3Br^2 - 3HBr$		+ 24,9	
Orcine —	$C^7H^8O^2 + 3Br^2 - 3HBr$		+ 24,4	
Phénol quadribromé........	$C^6H^3Br^3O + Br^2 - HBr$		— 6,4	
Chlorure de cyanogène........	$CyAzH + Cl^2 - HCl$	+ 15,8	+ 18,4	
Iodure —	$CyAzH + I^2 - HI$		— 20,9	
Diamylène........	$2C^5H^{10}$	+ 15,4	+ 11,8	
Benzine........	$3C^2H^2$		+ 171	
Acide cyanurique sol........	$3CAzOH$ liq.		+ 43,2	
Glycolide par glyoxal........	$C^2H^2O^2$		+ 4,9	
Acide paroxybenz. par salicylique	$C^7H^6O^3$		+ 1,2	

Section XII. — Lumière

(153) *Indice de réfraction de quelques gaz.*

L'indice n de l'air par rapport au vide, à 0° et à la pression de 760 millimètres, est de 1,00029108 d'après Lorentz : la correction relative à la pression est de + 0,000000383 (p — 760) et celle de la température de — 0,000001068 t : pour l'air humide, soit ε la tension de la vapeur d'eau, la correction est — $0{,}000042 \frac{\varepsilon}{760}$.

Pour l'hydrogène, l'indice à 0° et à 760 millimètres est de 1,00014294, et de 1,000 4492 pour l'acide carbonique.

(154) *Indice de réfraction dans l'air par rapport à* D.

Solides.

Diamant	2,42	Acide citrique	1,53
Phosphore	2,22	Nitrate de potassium	1,52
Soufre natif	2,04	Crown-glass	1,5
Rubis	1,71	Sulfate de potassium	1,51
Feldspath	1,52	Sulfate de fer	1,50
Topaze	1,61	Sulfate de magnésium	1,49
Emeraude	1,58	Spath fluor	1,43
Flint-glass	1,6	Glace	1,41
Quartz *o*	1,544	Spath d'Islande *o*	1,658
— *e*	1,553	— *e*	1,486
Sel gemme	1,54		

Liquides.

Acétal	1,38193	Acide butyrique	39789
Acétate d'allyle	40448	— — iso	39300
— d'amyle	40376	— caproïque iso	41382
— d'éthyle	37257	— formique	37137
— de méthyle	36099	— lactique	44145
— de propyl. norm.	38438	— méthylsalicylique	53716
Acétone	35915	— propionique	38659
Acétylacétate d'éthyle	41976	— valérianique (iso)	40433
Acide acétique	37152	Acroléine	39975
— — anhydre	39038	Alcool allylique	41345

Alcool amylique de ferm.	1,40783
— benzylique	58955
— butylique	39909
— — iso	39594
— éthylique	36232
— méthylique	32945
— phénylpropylique	53565
— propylique	38543
— — (iso)	37757
Aldhéhyde benzylique	54638
— butylique	38433
— — iso	37302
— éthylique	33157
— propylique	36356
— salicylique	57511
Amylène	37576
Aniline	58629
Benzène	50137
— monobromé	55977
— monochloré	52479
Benzoate d'éthyle	50602
— de méthyle	51692
Bromure d'amyle de ferm	44118
Bromure d'éthyle	42406
— d'éthylène	53806
— de propyle	43387
— — iso.	42508
Butyrate d'éthyle	39599
— de méthyle	38891
Carbonate d'éthyle	38523
Chloracétate d'éthyle	42274
Chloral butylique	47754
— éthylique	45572
Chloroforme	44671
Chlorure d'acétyle	38976
— d'allyle	41538
— de butyryle	41209
— d'éthylène	44432
— de propionyle	40507
— de propyle	38856
Éther	35293
Formiate d'amyle	39799
— d'éthyle	35985
Glycérine	47293
Glycol éthylique	1,42743
Hexane	37536
Hydrocinnamate d'éthyle	49542
Iodure d'amyle	49078
— de butyle	50006
— — iso	49597
— d'éthyle	51307
— de méthyle	52973
— de propyle	50508
— — iso	49969
Mésitylène	49116
Nitrobenzène	55291
Oxalate d'éthyle	41043
Phénol	55033
Tétrachlorure de carbone	46072
Toluène	49552
Toluidine ortho	57276
Trichloracétate d'éthyle.	45068
Triéthylamine	40032
Valérate d'amyle	41194
— d'éthyle	39704
— de méthyle	39479
—	
Eau à 15°,25	1,33392
α-bromonaphtaline à 8°.	1,66264
Cinnamate d'éthyle à 18°,8	1,5607
Essence d'anis à 15°,1	1,55725
— de cannelle à 23°,5	1,61879
— de térébenthine à 10°,6	1,47443
Isosulfocyanure de phényle à 12°	1,65039
Sulfure de carbone à 15°.	1,6248
—	
Cubébène	1,51
Pseudocumène	1,49
Cymène α	1,48
— du camphre	1,475
Oxychlorure de phosphore	1,485
Phosphore	2,075

(155) *Réfraction spécifique, réfraction moléculaire, dispersion moléculaire.*

Soit n l'indice de réfraction, d la densité d'un liquide, déterminé à la même température; deux formules ont été proposées pour représenter la *réfraction spécifique* :

$$\frac{n-1}{d} \text{ (Gladstone et Dale)}, \qquad \frac{n^2-1}{n^2+2}\,\frac{1}{d} \text{ (Lorentz et Lorenz).}$$

Ces deux expressions sont à peu près indépendantes de la température, et même de l'état gazeux ou liquide, à la condition que les densités soient rapportées à une même unité.

De là dérivent deux formules pour la *réfraction moléculaire* :

$$\frac{n-1}{d}\,M \quad \text{et} \quad \frac{n^2-1}{n^2+2}\,\frac{M}{d},$$ M représentant le poids moléculaire.

Ces deux formules sont désignées d'une façon abrégée sous le nom de « formule en n » et « formule en n^2 ».

La première est empirique; la seconde représente, au point de vue théorique, le volume moléculaire.

La *dispersion moléculaire* est égale à la différence des réfractions moléculaires pour la raie γ (bleu) et pour la raie α (rouge) du spectre de l'hydrogène. Si l'on désigne par n_γ et n_α ces deux indices, la dispersion moléculaire est donnée par l'expression

$$\left(\frac{n_\gamma^2-1}{n_\gamma^2+2}-\frac{n_\alpha^2-1}{n_\alpha^2+2}\right)\cdot\frac{M}{d}.$$

La table suivante donne les logarithmes à 5 décimales de la quantité $\frac{n^2-1}{n^2+2}$ depuis $n = 1,3$ jusqu'à $n = 1,6$. Pour abréger, le premier chiffre de la partie décimale n'a été répété qu'une fois au commencement de chaque ligne horizontale, la caractéristique de tous ces logarithmes est $\bar{1}$; par exemple, pour $n = 1,56$

$$\log \frac{n^2-1}{n^2+2} = \bar{1},50967.$$

Valeurs de $\log \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}$ (d'après CONRADY).

n=		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diff.
1.30	2	7182	7315	7447	7579	7710	7841	7972	8102	8231	8360	131
1		8488	8616	8744	8871	8998	9124	9250	9375	9500	9625	127
2		9749	9873	9996	*.0119	*.0241	*.0363	*.0485	*.0606	*.0726	*.0846	123
3	3	0966	1085	1204	1323	1441	1559	1676	1793	1909	2025	118
4		2141	2256	2371	2486	2600	2714	2828	2941	3054	3166	114
5		3278	3390	3501	3612	3723	3833	3943	4053	4162	4271	110
6		4379	4487	4595	4703	4810	4917	5023	5129	5235	5341	107
7		5446	5551	5656	5760	5864	5968	6071	6174	6277	6379	104
8		6481	6583	6684	6785	6886	6986	7086	7186	7286	7385	100
9		7484	7583	7681	7779	7877	7974	8071	8168	8265	8361	97
1.40		8457	8553	8648	8743	8838	8933	9027	9121	9215	9309	95
1		9402	9495	9588	9681	9773	9865	9957	*.0048	*.0139	*.0230	92
2	4	0321	0412	0502	0592	0682	0771	0860	0949	1038	1127	90
3		1215	1303	1391	1479	1566	1653	1740	1827	1914	2000	87
4		2086	2172	2258	2343	2428	2513	2597	2681	2765	2849	85
5		2933	3017	3100	3183	3266	3348	3430	3513	3595	3677	82
6		3758	3839	3920	4001	4082	4162	4242	4322	4402	4482	80
7		4561	4640	4719	4798	4877	4955	5033	5111	5189	5267	78
8		5344	5421	5498	5575	5652	5728	5804	5880	5956	6032	76
9		6107	6182	6257	6332	6407	6482	6656	6630	6704	6778	75
1.50		6852	6926	6999	7072	7145	7218	7291	7363	7435	7507	73
1		7579	7651	7723	7794	7865	7936	8007	8078	8148	8218	71
2		8288	8358	8428	8498	8567	8636	8706	8775	8844	8913	69
3		8981	9049	9118	9186	9254	9322	9389	9457	9524	9591	68
4		9658	0725	9792	9858	9925	9991	*.0057	*.0123	*.0189	*.0255	66
5	5	0320	1385	0451	0516	0581	0645	0710	0774	0839	0903	65
6		0967	9031	1095	1158	1222	1285	1348	1411	1474	1537	63
7		1600	1663	1725	1787	1849	1911	1973	2035	2096	2158	62
8		2219	2280	2341	2402	2463	2523	2584	2644	2704	2764	61
9		2824	2884	2944	3003	3062	3122	3181	3240	3299	3357	60

Exemple. — L'indice de réfraction du benzène pour la raie D est à 20° : 1,501 37. La densité à la même température est 0,8799. En prenant 78 comme poids moléculaire du benzène, on calcule

$\log \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}$ pour $n = 1,501 = \bar{1},46926$

Pour 0,00037 il faut ajouter . . . . . $\left\{ \begin{array}{r} 219 \\ 511 \end{array} \right.$

$\bar{1},469\ 53$

Ajoutons ensuite log 78. . . . . 1,892 09

1,36 162

De la somme on retranche log 0,8799. . $\bar{1},94\ 443$

1,41 719 = log 26,13

La réfraction moléculaire du benzène est donc 26,13

(155 a) *Réfractions atomiques. — Dispersions atomiques*

La réfraction moléculaire est égale à la somme des réfractions atomiques.

Les réfractions atomiques ont des valeurs différentes suivant le mode de liaison (voir le tableau).

Ces règles s'appliquent surtout aux combinaisons organiques.

Le tableau contient les valeurs des réfractions atomiques et des dispersions atomiques pour les radiations les plus couramment employées et calculées pour la formule en n^2.

Des règles analogues s'appliquent la dispersion moléculaire.

	Réfractions atomiques.			Dispersions atomiques du bleu au rouge.
	Raie α rouge, spectre hydrogène.	Raie D, spectre sodium.	Raie γ bleu, spectre hydrogène.	
Carbone simplement lié..	2,365	2,501	2.404	0,039
Hydrogène	1,103	1,051	1.139	0,036
Oxygène d'hydroxyle	1,506	1,521	1,525	0,019
Oxygène d'éther-oxyde ..	1,655	1,683	1,667	0,012
Oxygène de carbonyle...	2.328	2.287	2,414	0,086
Chlore	6,014	5,998	6,190	0,176
Brome	8,863	8,927	9,211	0,348
Iode	13,808	14,12	14,582	0,774
Liaison éthylénique	1,836	1,707	1.859	0,23
Liaison acétylénique.....	2,22		2,41	0,19
Azote simplement lié au carbone	2,76		2,95	0,019
Azote (dans AzH^3, $AzH^2.OH$ et dérivés)............	3,309	3,153		0,072

Exemple de calcul. — La réfraction moléculaire du benzène C^6H^6 pour la raie D se calcule de la façon suivante :

pour 6 atomes C $= 15,006$
— 6 — H $= 6,306$
— 3 liaisons éthyléniques $= 5,121$
$= 26,43$

(au lieu de 26,13, valeur déduite de l'expérience).

(157) *Table pour le réfractomètre Pulfrich.*

Les deux premières colonnes donnent les angles en degrés et en minutes, tels qu'on les observe au réfractomètre Pulfrich ; dans la 3e colonne se trouvent les indices.

Exemple. — Angle observé au réfractomètre $= 28^0\,34'$

On trouve dans la table :

Pour $28^0,30'$, $n = 1,542\,84$;
— $28^0,40'$, $n = 1,542\,05$.

La différence pour une augmentation de 10′ est donc 79 ; pour 4′ elle sera $79 \times 0,4 = 31,6$. On retranchera 31,6 à la valeur de n correspondant à $28^0\,30'$, ce qui donne l'indice cherché :

$$n = 1,542\,84 - 0,00031,6 = 1,542\,52.$$

Degrés.	Min.	Indices.	Degres.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
0	0	1,61495	6	0	1,61156	12	0	1,60151
	10	494		10	137		10	114
	20	493		20	118		20	077
	30	492		30	098		30	039
	40	490		40	077		40	000
	50	488		50	056		50	1,59961
1	0	1,61485	7	0	1.61034	13	0	1,59921
	10	482		10	012		10	881
	20	478		20	1,60989		20	840
	30	473		30	966		30	799
	40	468		40	943		40	757
	50	463		50	919		50	715
2	0	1,61457	8	0	1,60894	14	0	1,59673
	10	451		10	869		10	630
	20	444		20	844		20	587
	30	436		30	818		30	543
	40	428		40	791		40	498
	50	419		50	764		50	453
3	0	1,61410	9	0	1,60736	15	0	1,59407
	10	400		10	708		10	361
	20	390		20	679		20	315
	30	379		30	650		30	268
	40	368		40	620		40	221
	50	356		50	590		50	173
4	0	1,61344	10	0	1,60559	16	0	1,59125
	10	331		10	527		10	077
	20	317		20	495		20	028
	30	303		30	463		30	1,58979
	40	289		40	430		40	929
	50	274		50	397		50	878
5	0	1,61259	11	0	1,60363	17	0	1,58827
	10	244		10	329		10	775
	20	228		20	295		20	723
	30	211		30	260		30	671
	40	193		40	224		40	618
	50	175		50	188		50	565
6	0	1,61156	12	0	1 60151	18	0	1,58511

Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
18	0	1,58511	24	0	1,56289	30	0	1,53559
	10	457		10	219		10	477
	20	403		20	149		20	395
	30	348		30	079		30	312
	40	293		40	008		40	229
	50	237		50	1,55937		50	146
19	0	1,58180	25	0	1,55866	31	0	1,53062
	10	123		10	795		10	1,52978
	20	066		20	723		20	894
	30	008		30	651		30	809
	40	1,57950		40	578		40	724
	50	891		50	505		50	639
20	0	1,57831	26	0	1,55431	32	0	1,52553
	10	771		10	357		10	467
	20	711		20	283		20	381
	30	651		30	208		30	295
	40	590		40	133		40	208
	50	529		50	058		50	121
21	0	1,57468	27	0	1,54982	33	0	1,52034
	10	406		10	906		10	1,51946
	20	344		20	830		20	858
	30	281		30	753		30	770
	40	217		40	676		40	682
	50	153		50	598		50	594
22	0	1,57089	28	0	1,54520	34	0	1,51505
	10	025		10	442		10	416
	20	1,56960		20	363		20	326
	30	895		30	284		30	236
	40	829		40	205		40	146
	50	763		50	126		50	056
23	0	1,56696	29	0	1,54046	35	0	1,50966
	10	629		10	1,53966		10	875
	20	562		20	885		20	784
	30	494		30	804		30	693
	40	426		40	723		40	602
	50	358		50	641		50	510
24	0	1,56289	30	0	1,53559	36	0	1,50418

Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
36	0	1,50418	42	0	1,46980	48	0	1,43380
	10	326		10	882		10	279
	20	234		20	783		20	178
	30	142		30	684		30	078
	40	049		40	585		40	1.42977
	50	1,49956		50	486		50	876
37	0	1,49863	43	0	1,46387	49	0	1,42775
	10	770		10	288		10	675
	20	676		20	189		20	574
	30	582		30	090		30	473
	40	488		40	1,45991		40	372
	50	394		50	891		50	271
38	0	1.49300	44	0	1.45791	50	0	1.42170
	10	205		10	691		10	069
	20	110		20	591		20	1,41969
	30	015		30	491		30	868
	40	1,48920		40	391		40	768
	50	825		50	291		50	667
39	0	1.48729	45	0	1.45191	51	0	1.41566
	10	633		10	091		10	466
	20	537		20	1,44991		20	365
	30	441		30	891		30	265
	40	345		40	791		40	165
	50	248		50	790		50	065
40	0	1,48151	46	0	1,44589	52	0	1,40965
	10	054		10	488		10	864
	20	1,47957		30	388		20	764
	30	860		30	287		30	664
	40	763		40	186		40	564
	50	665		50	086		50	464
41	0	1,47568	47	0	1.43985	53	0	1,40365
	10	470		10	885		10	265
	20	372		20	784		20	165
	30	274		30	683		30	066
	40	176		40	582		40	1,39967
	50	078		50	481		50	868
42	0	1,46980	48	0	1,43380	54	0	1,39769

Degrés.	Min.	Indices.	Degres.	Min.	Indices.	Degrés.	Min.	Indices.
54	0	1,39769	60	0	1,36311	66	0	1,33173
	10	671		10	219		10	092
	20	572		20	127		20	011
	30	473		30	035		30	1,32931
	40	374		40	1,35943		40	851
	50	276		50	852		50	772
55	0	1,39178	61	0	1,35761	67	0	1,32693
	10	080		10	670		10	614
	20	1,38982		20	580		20	536
	30	884		30	490		30	458
	40	786		40	400		40	381
	50	689		50	311		50	304
56	0	1,38592	62	0	1,35222	68	0	1,32227
	10	495		10	133		10	151
	20	398		20	044		20	075
	30	301		30	1,34956		30	000
	40	204		40	868		40	1,31925
	50	107		50	780		50	851
57	0	1,38011	63	0	1,34692	69	0	1,31777
	10	1,37915		10	605		10	703
	20	819		20	518		20	630
	30	723		30	431		30	557
	30	627		40	345		40	485
	50	532		50	259		50	413
58	0	1,37437	64	0	1,34173	70	0	1,31341
	10	342		10	088		10	269
	20	247		20	003		20	199
	30	152		30	1,33918		30	129
	40	057		40	834		40	059
	50	1,36963		50	750		50	1,30990
59	0	1,36869	65	0	1,33666	71	0	1,30922
	10	776		10	583		10	854
	20	683		20	500		20	786
	30	590		30	418		30	719
	40	497		40	336		40	652
	50	404		50	254		50	586
60	0	1,36311	66	0	1,33173	72	0	1,30520

(157 a) *Détermination des indices de réfraction des liquides à l'aide du réfractomètre de M. Ch. Féry.*

Un prisme creux dont les faces sont formées de deux demi-lentilles constitue un milieu dont l'angle réfringent varie entre certaines limites, selon que le rayon le traverse plus ou moins loin de l'arête réfringente. Il pourra donc compenser suivant les cas la déviation causée par différents liquides compris entre les demi-lentilles. Le déplacement latéral qu'il faudra lui donner pour cela fournira très approximativement la valeur des décimales de l'indice ($n-1$).

L'appareil de M. Féry étant éclairé par la lumière du sodium et la cuve étant vide, on met le vernier au zéro et l'on fait coïncider, à l'aide d'une vis de réglage, la mire du collimateur (réticule vertical) avec le réticule en croix de Saint-André de la lunette.

On emplit alors la cuve du liquide et l'on manœuvre le bouton jusqu'à ce que l'image des deux réticules coïncide de nouveau. On lit sur l'échelle les deux premières décimales de l'indice et sur le vernier les millièmes.

Si la cuve n'est pas pleine, il n'y a aucun inconvénient : l'image primitive du réticule est dédoublée et l'on peut, après avoir fait coïncider avec la croisée des fils celle qui correspond au liquide, revenir à celle qui provient du seul prisme du verre et constater qu'elle est encore au zéro ; 2 ou 3 centimètres cubes de liquide suffisent.

(158) *Indices à 15° des solutions d'acide sulfurique donnant leur richesse en* SO^4H^2. (C. Féry.) Température 15°.

Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %
1,3340	1	3488	13	3635	25	3781	37
3352	2	3500	14	3648	26	3794	38
3364	3	3512	15	3660	27	3806	39
3376	4	1,3524	16	3672	28	3818	40
3388	5	3536	17	3684	29	3830	41
3401	6	3549	18	3698	30	3843	42
3413	7	3561	19	1,3710	31	3855	43
3426	8	3574	20	3720	32	3868	44
3438	9	3586	21	3732	33	3880	45
3450	10	3598	22	3744	34	1,3892	46
3463	11	3610	23	3758	35	3904	47
3475	12	3622	24	3769	36	3917	48

Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %	Indice.	SO^4H^2 %
3929	49	1,4803	61	4258	73	4368	85
3942	50	4907	62	4273	74	4372	86
3954	51	4112	63	4290	75	4374	87
3966	52	4126	64	4296	76	1,4365	88
3978	53	4140	65	4306	77	4357	89
3990	54	4156	66	4316	78	4349	90
4003	55	4170	67	1,4327	79	4341	91
4105	56	4184	68	4338	80	4333	92
4208	57	4200	69	4348	81	4325	93
4309	58	1,4214	70	4356	82	4318	94
4503	59	4228	71	4360	83		
4608	60	4243	72	4364	84		

(159) *Indices des solutions de quelques acides.* (C. Féry.)

%	AzO^3H (à 15°).	HCl (à 15°).	%	Acide acétique (à 20°)
2	1,3350	1,3368	5	1,3358
4	3378	3424	10	3395
6	3404	3460	15	3431
8	3430	3505	20	3465
10	3457	3550	25	3497
12	3484	3596	30	3528
14	3512	3644	35	3560
16	3542	3690	40	3592
18	3557	3736	45	3622
20	3599	3784	50	3649
22	3626	3830	55	3674
24	3652	3878	60	3699
26	3680	3926	65	3723
28	3707	3972	70	3742
30	3735	4018	75	3755
32	3762	4059	80	3764
34	3788	4100	85	3769
36	3814	4140	90	3766
38	3837		95	3749
40	3860		100	3710
42	3884			
44	3908			
46	3929			
48	3950			
50	3971			
52	3990			

(160) *Indices des solutions alcalines.* (C. Féry.) Température 20°.

%	KOH	NaOH	%	Na^2CO^3
2	3362	3375	1	1,3340
4	3402	3430	2	1,3362
6	3446	3485	3	1,3383
8	3485	3536	4	1,3404
10	3527	3586	5	1,3425
12	3569	3634	6	1,3446
14	3610	3682	7	1,3466
16	3648	3729	8	1,3488
18	3685	3776	9	1,3508
20	3723	3823	10	1,3530
22	3762	3868	11	1,3550
24	3800	3911	12	1,3572
26	3838	3954	13	1,3594
28	3876	3996	14	1,3614
30	3914	4038	15	1,3636
32	3952	4076		
34	3990	4114		
36		4150		
38		4182		

(161) *Indices de réfraction des solutions aqueuses.* (Paul Bary.)

Qu. de sel %	NaCl	KCl	AzH^4Cl	SO^4Fe	SO^4Li^2	Qu. de sel %	Bichrom. de Pot.
2	1,3364	1,3355	1,3366	1,3344	1.3363	1	1,3335
4	3407	3388	3400	3381	3405	2	3355
6	3449	3423	3436	3418	3436	3	3376
8	3490	3449	3471	3456	3463	4	3396
10	3532	3477	3506	3493	3492	5	3415
12	3570	3503	3541	3532	3520	6	3435
14	3607	3529	3577	3572	3548	7	3450
16	3645	3555	3612	3613	3577	8	3465
18	3682	3582	3647	3653	3606	9	3483
20	3712	3608	3679		3632	10	3501
22	3741	3634	3712		3656		
24	3771	3662	3744		3680		
26			3777		3703		
28					3727		

(162) *Indices de réfraction des solutions aqueuses.* (Paul BARY.)

Qu. de sel %	$Al^2(SO^4)^3 + 18H^2O$	$ZnCl^2$	$SO^4Zn + 7H^2O$	$Na^2S^2O^3 + 5H^2O$	Qu. de sel %	SO^4Cu	$ZnBr^2$
5	1,3393	1,3424	1,3372	1,3396	2	1,3343	
10	3435	3525	3424	3470	4	3368	
15	3475	3654	3478	3549	6	3393	
20	3513	3702	3528	3621	8	3418	
25	3552	3790	3579	3695	10	3444	
30	3584	3878	3632	3765	12	3469	
35	3616	3988	3689	3833	14	3494	
40	3648	4112	3749	3902	16	3519	
45	3680	4236	3808	3959	18	3544	
50	3713	4361	3874	4017	20	3570	
55	3745	4488	3940	4075	22	3595	
60	3778		4007	4132	24	3620	
75	3875				2488	3630	

(163) *Indices des mélanges d'eau et d'alcool.* (C. FÉRY.) Tempér. 20°.

%	C^2H^5OH	%	C^2H^5OH	%	CH^3OH	%	CH^3OH
2	3333	52	1,3612	2	3324	52	1,3426
4	3347	54	3617	4	3329	54	3426
6	3360	56	3621	6	3334	56	3425
8	3374	58	3625	8	3338	58	3423
10	3386	60	3629	10	3344	60	3422
12	3399	62	3632	12	3349	62	3420
14	3412	64	3634	14	3354	64	3417
16	3426	66	3636	16	3360	66	3415
18	3440	68	3637	18	3367	68	3412
20	3454	70	3638	20	3373	70	3408
22	3468	72	3639	22	3379	72	3405
24	3482	74	3640	24	3385	74	3401
26	3494	76	3640	26	3390	76	3396
28	3509	78	3640	28	3396	78	3391
30	3521	80	3640	30	3401	80	3386
32	3533	82	3639	32	3406	82	3380
34	3545	84	3639	34	3410	84	3374
36	3555	86	3638	36	3413	86	3368
38	3564	88	3636	38	3416	88	3361
40	3572	90	3634	40	3418	90	3353
42	3580	92	3632	42	3420	92	3344
44	3588	94	3629	44	3423	94	3335
46	3594	96	3626	46	3424	96	3325
48	3600	98	3622	48	3425	98	3314
50	3606	100	3618	50	3426	100	3300

(164) *Indices des solutions aqueuses de glycérine* (à 20°). (C. Féry.)

°/o	Indices	°/o	Indices	°/o	Indices	°/o	Indices
5	1,3380	30	1,3704	55	1,4030	80	1,4440
10	3446	35	3770	60	4110	85	4522
15	3510	40	3834	65	4192	90	4604
20	3576	45	3900	70	4276	95	4686
25	3640	50	3962	75	4356	100	4768

(165) *Indices des solutions aqueuses d'acides organiques.*

Quantités d'acide p. 100 en poids.	Acide citrique $C^6H^8O^7,H^2O$. Temp. : 18°.	Acide tartrique $C^4H^6O^6$. Temp. : 22°.	Acide tannique (de la noix de galle). Temp. : 18°.	Acide oxalique $C^2H^2O^4,2H^2O$. Temp. : 22°.
1	1,3333	1,3332	1,3340	1,3328
2	3345	3344	3361	3336
3	3357	3356	3381	3344
4	3370	3368	3402	3353
5	3382	3381	3423	3361
6	3395	3394	3444	3369
7	3407	3406	3465	3373
8	3420	3418	3486	3378
9	3432	3430	3510	3383
10	3445	3442	3533	3387
11	3457	3455	3556	3392
12	3470	3468	3579	3398
13	3482	3480	3603	
14	3494	3492	3625	
15	3507	3504		
16	3520	3519		
17	3532	3534		
18	3544	3550		
19	3556	3565		
20	3569	3581		
22	3598	3611		
24	3627	3642		
26	3656	3672		
28	3684	3703		
30	3714	3734		
32	3743	3765		
34	3772	3795		
36	3801	3826		
38	3830	3857		
40	3859	3888		

Quantités d'acide p. 100 en poids.	Acide citrique $C^6H^8O^7,H^2O$. Temp. : 18°.	Acide tartrique $C^4H^6O^6$. Temp. : 22°.	Quantités d'acide p. 100 en poids.	Acide citrique $C^6H^8O^7,H^2O$. Temp. : 18°.
42	1.3888	1,3919	54	4080
44	3919	3949	56	4112
46	3951	3980	58	4144
48	3984		60	4176
50	4016		62	4308
52	4048			

(166) *Indices de réfraction de quelques huiles.* (C. Féry.)

Indice déterminé à 15° : correction — 0,00037 (15 — *t*)°.

Arachide épurée......	1,47325	Pied de mouton......	1,47045
— naturelle ...	7315	— de cheval........	7095
Olives de Tunisie	7215	Ricin.................	7990
— de Kabylie.....	7015	Amandes douces	7410
— à manger......	7130	Coton................	7440
— fines	7070	Moutarde noire	7490
Noisette	7160	Saindoux.............	7195
Œillette.............	7730	Oléine de saponification.	6245
Sésame naturelle.....	7490	Baleine St-Vincent....	7505
— épurée	7400	— du commerce..	7925
Lin..................	8140	Foie de morue Hogg..	8600
Pied de bœuf	7550	— blonde.	8335

(167) *Pouvoirs rotatoires.*

Une substance active d'une densité *d*, imprime au plan de polarisation d'une lumière x une rotation α, pour une épaisseur l (unité le décimètre).

Si la substance est dissoute dans un liquide inactif et si l'on appelle P le poids de la substance, v le volume de la solution, π le poids de cette dernière et d sa densité, on pourra écrire

$$[\alpha]_x = \frac{\alpha}{l}\frac{v}{P} = \frac{\alpha}{ld}\frac{\pi}{P} \quad \text{et} \quad P = \frac{\alpha\pi}{ld[\alpha]_x} = \frac{\alpha v}{l[\alpha]_x},$$

formules qui se réduisent à l'expression $[\alpha] = \frac{\alpha}{ld}$ pour le cas des corps homogènes où $\pi = P$; α et $[\alpha]_x$ s'expriment en degrés sexagésimaux, mais avec division décimale du degré.

Pour x les majuscules indiquent les raies du spectre, les italiques les diverses couleurs et *ts* la teinte sensible, gris lavande, correspon-

dant à l'extinction des rayons jaunes. Dans la table **169** et suivantes, le dissolvant est imprimé en italique et la concentration est indiquée de plusieurs manières : c exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100 cc., c'est la valeur de P pour $v = 100$: p exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100 gr. de solution; on a $p = \frac{c}{d}$. Enfin, on emploie aussi le terme q lequel est égal à $100 - p$; c'est le poids de substance *inactive* contenu dans 100 grammes de solution.

On a anciennement déterminé beaucoup de pouvoirs rotatoires à l'aide du saccharimètre et pour la teinte sensible. L'emploi de cet instrument n'est valable que si la dispersion rotatoire suit dans la substance examinée la même loi que dans le quartz. Dans ce cas, on aurait la rotation par rapport au rayon D en prenant les 8/9mes de celle trouvée par la teinte sensible.

Nota. — Quand dans la colonne *limite de la concentration* se trouve l'indication d, qui est celle de la densité du liquide, le pouvoir rotatoire marqué est celui du corps liquide observé directement et non dilué; on applique alors la formule $[\alpha] = \frac{\alpha}{ld}$.

(168) *Rotation pour 1 millimètre d'épaisseur.*

	x	Rotations observées α.
Quartz (Biot)	D	± 20,984
— —	G	± 39,513
— (Broch)	D	± 21,69 ou 21° 43'.
— —	G	± 42,20
— (Soret et Sarasin)	A	± 12,668 $t = 20°$.
— —	B	± 15,746 —
— —	C	± 17,318 —
— —	D_2	± 21,684 —
— —	D_1	± 21,727 —
— —	E	± 27,543 —
— —	F	± 32,773 —
— —	G	± 42,604 —
— (Von Lang)	Li.	± 16,402
— —	Tl.	± 26,533
— (Landolt)	*j.*	± 24° 5 (complément de la teinte sensible.
— (Biot)	*ts.*	± 24
— (Biot)	*r.*	± 18,05 (verre rouge au cuivre).

	x	Rotations observées α.
Cinabre	r.	— 270°-300
Chlorate de sodium	D	± 3,16
Bromate de sodium	j.	± 2,8
Periodate de sodium	D	± 23,3
Hyposulfate de potasssium	D	± 8,385
— de calcium (4 aq.)	v.	± 2,091
— de strontium	v.	± 1,642
— de plomb (4 aq.)	D	± 5,531
Acétate d'urane et de sodium	j.	± 1,08
Benzile	D	± 24,837
Sulfate d'éthylène-diamine	D	± 15,5
Carbonate de guanidine	D	± 14,58
Sulfate de strychnine	r.	— 10,791
Phtaléine du phénol diacétylée	Li.	± 17,1
	Na.	19,7
	Tl.	23,8
Camphre de matico	D	2,07
Sulfoantimoniate de sod. (9 aq.)	j.	± 2,67

(169) *Pouvoirs rotatoires pour la raie* D.

Acides et sels.	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Acide camphorique	20°	$c=0,64$	+	46°,2
— *alcool*	20	$c=2,562$	+	47,5
— *ac. acétique*	20	$c=3,026$	+	46,3
Acide cholalique, *alcool.*		$c=3,338$	+	50,2
— (sel Na *eau*)		$c=19,049$	+	26
— glutam. HCl 9,5 Bé	18	$p=5,45$	+	34,7
Acide glutarique		$p=18,81$	—	1,98
Acide glychocoliq. *alcool*		$c=9,504$	+	29
Acide malique *eau*	20	$q=30-64$	+	$5,891-0,08959\,q$
— —	20	$q=65-92$	—	$5,891-0,08959\,q$
Malate de pot. ac. *eau*	20	$q=73-91$	—	$0,6325-0,05562\,q$
— neutre —	20	$q=38-91$	—	$3,016-0,1588\,q+0,0005555\,q^2$
Malate de sod. ac. *eau*	20	$q=41-80$	—	$9,367-0,2791\,q+0,001152\,q^2$

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Malate de sod. neutre *eau*	20°	q=34—52	+	15°,202—0,3322 q + 0,0000184 q^2
— — —		q=53—95	—	15,202—0,3322 q + 0,0000184 q^2
Malate d'amm. ac., *eau*.	20	q=72—94	—	3,955—0,02879 q
— neutre —	20	q=37—83	—	3,315—0,005042 q 0,0005155 q^2
Acide podocarpiq., *alcool*		c=4—9	+	136
Acide quinique	15	c=2—10	—	43,9
Acide santonique, *alcool*	22,5	c=1—3	—	25,8
Acite tartrique.	20	c=0,5-15	±	15,06—0,131 c
Tartrate de potas. neutre.	20	c=11,597	±	28,48
— acide..	20	c=0,615	±	22,61
Tartrate de sod. neutre.	20	c=9,946	±	30,85
— acide..	20	c=4.409	±	23,95
Tartrate de pot. et sod.	20	c=10,771	±	29,67
Tartrate d'amm. neutre.	20	c=9,433	±	34.26
— acide..	20	c=1,712	±	25,65
Émétique ordinaire,....	24	c=7,982	±	142,76
Taurochol. de sod. *alcool*		c=9,898	+	29
Acide valérique........	90	d=0,933	+	3,6
Corps neutres.				
Alcool amylique (Le Bel).	19	d=0,812	—	5,70
Chlorure d'amyle —	15	d=0,886	+	1,24
Bromure — —	15	d=1,225	+	3,60
Iodure — —	15	d=1,54	+	5,52
Cholestérine, *éther*.....		c=7,9-10	—	31,59
— , *chloroforme*.	15	c=2-8	—	36,61+0,249 c
Échicérine, *chloroforme*	15	c=2	+	65,75
Echirétine, *éther*.......	15	c=2	+	54,8
Echitéine, *chloroforme*.	15	c=2	+	85,5
Echitine —	15	c=2	+	75,3
Euphorbone, *éther*.....	15	c=4	+	11,7
Phytostérine, *chlorof*...	15	c=1,636	—	34,2
Santonine *alcool*.......	20	c=1,782	—	161
— *chloroforme*...	20	q=75—96,5	—	202,7—0,3086 q
Métasantonine —	20	c=2,206	+	124
Santonide —	20	c=3,1—30,5	+	754
— *alcool*.......	20	c=4.046	+	693
Parasantonide *chlor*....	20	c=2,6—50,3	+	891,7

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Essences.	°			
Camphre des laur. *alc*..	20	$q=45—90$	+	$54,38—0,1614\ q + 0,000369\ q^2$
— *alc. méthyliq*..	20	$q=50—80$	+	$56,15—0.1769\ q + 0,0006610\ q^2$
— *ac. acétique*...	20	$q=34\ \ 84$	+	$55,49—0,1372\ q$
— *acét. d'éthyle.*	20	$q=46—85$	+	$55,15—0,04383\ q$
— *benzine*......	20	$q=36—76$	+	$55,21—0,163\ q$
Ess. de téréb. (P. australis)	20	$d=0,9104$	+	14,147
— —, *alcool*	20	$q=27,78$	+	$14.173—0,011782\ q$
— (Pinus silvestris)	24,5	$d=0,85$	+	27,7
— —, ordinaire..	20	$d=0,863$	—	37,01
— —, *alcool*....	20	$q=10—90$	—	$36,974+0,0048164\ q +0,00013310\ q^2$
— —, *benzine*...	20	$q=10—90$	—	$36,970+0,021531q+ 0,000067627\ q^2$
— —, *ac. acétiq*.	20	$q=10—90$	—	$36.894+6,024553q^2\ 0,00013689q^2$
Alcaloïdes.				
Aricine *alcool* 97 %....	15	$c=1$	—	54,1
Brucine — 80 %....	15	$c=5,4$	—	85
Cinchonicine *chlorof*...	15	$c=2$	+	46,05
Cinchonidine *alc.* 95 %..	15	$c=2—5$	—	$113,53—0,426\ c$
— bisulfate, *eau*.. +1 mol. H^2SO^4.	15	$c=1—7$	—	$105,96—1,0267\ c + 0,03376c^2—0,00104c^3$
Cinchonine, *alcool*.....	15	$c=1$	+	225,96
— chlorhydrate, *eau*.	15	$c=0,5—3$	+	$165,5—2,425c$
— —, *alcool* 97 %..	15	$c=1—10$	+	$179,81 — 6,314\ c + 0,8406c^2—0,0371c^3$
— sulf. basique, *eau*	15	$c=12$	+	$17,03—0,855\ c$
— —, *alcool* 97 %...	15	$c=3—10$	+	$193,29—0,374c$
Cinchoténine, 1 *vol. alc.* 97 % et 2 *vol. chlorof.*	15	$c=2$	+	115,5
Codéine, *alcool* 97 %...	15	$c=2$	—	635,8
Conicine	15	$d=0,873$	+	17,9
Cusconine, *alcool* 97 %..	15	$c=2$	—	54,3
Homocinchonidine, *alcool* 97 %...........	15	$c=2$	—	109,3
Laudanine, *chloroforme*	22,5	$c=2$	+	13,5
Laudanosine —	22,5	$c=2$	—	56
Morphine, hydrate, *eau* +1 mol. Na^2O.	22,5	$c=2$	—	67,5

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Morphine chlorhyd., *eau*	15°	$c=1-4$	—	100°,67—1,14 c
— sulfate, *eau*.....	15	$c=1-4$	—	100.47—0,96 c
Narcotine, *alcool* 97 °/₀..	22,5	$c=0,74$	—	085
—, *eau* + 2 *mol*. HCl.		$c=2$	+	42
Nicotine...............	20	$d=1,08101$	—	161,55
—, *alcool*.........	20	$q=10-85$	—	160,33—0,22236 q
— chlorhydr., *eau*	20	$q=57-90$	+	51,50—0,69319 + 0,004238 q^2
— acétate, *eau*...	20	$q=77-95$	+	49,68—0,71899 + 0,002542 q^2
— sulfate —	20	$q=30-90$	+	19,77—0,05911 q
Papavérine, *alcool* 97 °/₀.	15	$c=2$	—	4
Paytine, *alcool*........		co,4542	—	49,5
Quinamine —		$c=0,8378$	+	106,8
Quinicine, *chloroforme*.	15	$c=2$	+	44,1
Quinidine, *alcool* 97 °/₀..	15	$c=1-3$	+	236,77—3,01 c
— chlorhydrate, *eau*	15	$c=1-2$	+	205,83—4,328 c
— sulfate, *eau*......	15	$c=2-8$	+	218—0,8 c
Quinine, hydr., *alc*. 97 °/₀.	15	$c=1-10$	—	145,2—0,657 c
— —, *éther*....	15	$c=1,5-6$	—	158.7—1,911 c
— chlorhydrate, *eau*	15	$c=1-3$	—	144,98—3,15 c
— sulfate monobas. + 7 aq., *eau*.	15	$c=1-6$	—	164,85—0,01 c
— — acide + 5 aq. —	15	$c=2-10$	—	170,03—0,94 c
— — acide + 7 aq. —	15	$c=2-10$	—	155,69—1,136 c
Strychnine, *alcool* 80 °/₀.		$c=0,91$	—	128
Thébaïne — 97 °/₀	15	$c=2$	—	216,6
Sucres et Glucosides.				
Saccharose...........	20	$p=0-18$	+	66,5
—		$p=18-69$	+	66,386+0,015035 p —0,0003986 p^2
—	15	$c=0-10$	+	68,65—0,828 c + 0,115415 c^2
—, *alcool*...........	15	$c=5$	+	66,7
—, *eau* + 1/4 *mol* CaO.		$c=10$	+	64,9
— — + 1/2 —		—	+	61,3
— — + 1 —		—	+	46,9
— — + 2 —		—	+	51,8
— — + 1 *mol*. Na^2O.		$c=5$	+	66
Saccharine...........			+	93,5

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Essences.	°			
Camphre des laur. *alc*..	20	q=45—90	+	54,38—0,1614 q + 0,000369 q^2
— *alc. méthyliq*..	20	q=50—80	+	56,15—0.1769 q + 0,0006610 q^2
— *ac. acétique*...	20	q=34 84	+	55,49—0,1372q
— *acét. d'éthyle.*	20	q=46—85	+	55,15—0,04383 q
— *benzine*......	20	q=36—76	+	55,21—0,163 q
Ess.de téréb.(P.australis)	20	d=0,9104	+	14,147
— —, *alcool*	20	q=27,78	+	14.173—0,011782 q
— (Pinus silvestris)	24,5	d=0,85	+	27,7
— —, ordinaire..	20	d=0,863	—	37,01
— —, *alcool*....	20	q=10—90	—	36,974+0,0048164 q +0,0001331 0 q^2
— —, *benzine*...	20	q=10—90	—	36,970+0,021531q+ 0,000067627 q^2
— —, *ac. acétiq*.	20	q=10—90	—	36.894+6,024553q^2 0,0001 3689q^2
Alcaloïdes.				
Aricine *alcool* 97 %....	15	c=1	—	54,1
Brucine — 80 %....	15	c=5,4	—	85
Cinchonicine *chlorof*...	15	c=2	+	46,05
Cinchonidine *alc*.95 %..	15	c=2—5	—	113,53—0,426 c
— bisulfate, *eau*.. +1 mol. H^2SO^4.	15	c=1—7	—	105,96—1,0267 c + 0,03376c^2—0,00104c^3
Cinchonine, *alcool*.....	15	c=1	+	225,96
— chlorhydrate, *eau*.	15	c=0,5—3	+	165,5—2,425c
— —, *alcool* 97 %..	15	c=1—10	+	179,81 — 6,314 c + 0,8406c^2—0,0371c^3
— sulf. basique, *eau*	15	c=12	+	17,03—0,855 c
— —, *alcool* 97 %...	15	c=3—10	+	193,29—0,374c
Cinchoténine, 1 *vol. alc.* 97 % et 2 *vol. chlorof*.	15	c=2	+	115,5
Codéine, *alcool* 97 %...	15	c=2	—	635,8
Conicine	15	d=0,873	+	17,9
Cusconine, *alcool* 97 %..	15	c=2	—	54,3
Homocinchonidine, *alcool* 97 %...........	15	c=2	—	109,3
Laudanine, *chloroforme*	22,5	c=2	+	13,5
Laudanosine —	22,5	c=2	—	56
Morphine, hydrate, *eau* +1 mol. Na^2O.	22,5	c=2	—	67,5

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Morphine chlorhyd., *eau*	15°	c=1—4	—	100°,67—1,14 *c*
— sulfate, *eau*.....	15	c=1—4	—	100,47—0,96 *c*
Narcotine, *alcool* 97 °/₀..	22,5	c=0,74	—	085
—, *eau* + 2 *mol.* HCl.		c=2	+	42
Nicotine...............	20	d=1,08101	—	161,55
—, *alcool*..........	20	q=10—85	—	160,33—0,22236 *q*
— chlorhydr., *eau*	20	q=57—90	+	51,50—0,69319 + 0,004238 q^2
— acétate, *eau*...	20	q=77—95	+	49,68—0,71899 + 0,002542 q^2
— sulfate —	20	q=30—90	+	19,77—0,05911 *q*
Papavérine, *alcool* 97 °/₀.	15	c=2	—	4
Paytine, *alcool*........		co,4542	—	49,5
Quinamine —		c=0,8378	+	106,8
Quinicine, *chloroforme*.	15	c=2	+	44,1
Quinidine, *alcool* 97 °/₀..	15	e=1—3	+	236,77—3,01 *c*
— chlorhydrate, *eau*	15	c=1—2	+	205,83—4,328 *c*
— sulfate, *eau*......	15	c=2—8	+	218—0,8 *c*
Quinine, hydr., *alc.* 97°/₀.	15	c=1—10	—	145,2—0,657 *c*
— —, *éther*....	15	c=1,5—6	—	158,7—1,911 *c*
— chlorhydrate, *eau*	15	c=1—3	—	144,98—3,15 *c*
— sulfate monobas. + 7aq., *eau*.	15	c=1—6	—	164,85—0,01 *c*
— — acide+5aq.—	15	c=2—10	—	170,03—0,94 *c*
— — acide+7aq.—	15	c = 2—10	—	155,69—1,136 *c*
Strychnine, *alcool* 80 °/₀.		c=0,91	—	128
Thébaïne — 97 °/₀	15	c=2	—	216,6
Sucres et Glucosides.				
Saccharose...........	20	p=0—18	+	66,5
—		p=18—69	+	66,386+0,015035 *p* —0,0003986 p^2
—	15	c=0—10	+	68,65—0,828 *c*+ 0,115415 c^2
—, *alcool*...........	15	c=5	+	66,7
—, *eau*+1/4 *mol* CaO.		c=10	+	64,9
— — +1/2 —		—	+	61,3
— — +1 —		—	+	46,9
— — +2 —		—	+	51,8
— — +1 *mol.* Na^2O.		c=5	+	66
Saccharine...........			+	93,5

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
Glucose cristallisé, *eau*.	20°	p=1—100	+	47°,73+0,015534 p +0,0003883 p^2
— — —	—	q=9—92	+	53,862+0,093194 q +0,0003883 q^2
— anhydre —	—	p=1—100	+	52,50+0,018796 p +0,000517 p^2
— — —	—	q=17—93	+	58,698—0,1025 q +0,0004271 q^2
— de raisin —	15	c=2,8	+	51,78
— de salicine —	—	c=2,5	+	51,80
— d'amyg. (+aq.) —		c=2	+	49,25
Lévulose, *eau*..	0-40	c=0-40	—	101,38 — 0,56 t + 0,108 (c — 10)
Lactose anhydre, *eau*..		c=0,36	+	52,53+0,055 (20—t)
— tétracétylée....		c=7,46	+	50,1
Maltose anhydre, *eau*...	15-35	p=5—35	+	140,375—0,01837 p —0 059 t
Galactose, *eau*.........	10-30	p=4,9—35,3	+	83,883+0,0785 p —0,829 t
Mannite...............			—	0,15
Nitromannite, *alcool*...		c=7,5	+	40
Quercite	16	c=1—10	+	25,03
Salicine...............	15	c=1—3	—	65,17—0,63 c
Phlorizine, *alcool*......	22,5	c=1—5	G	49,4+2,41 c
Sucre interverti........	15	p=20	—	21,16
Matières albuminoïdes.				
Albumine du sérum, *eau*			—	56
— d'œuf NaCl *saturé*.			—	64
— — *ac. acét. dilué*.			—	71
— d'œuf, *eau*.......			—	35,5
Caséine *sol.* $MgSO^4$......			—	80
— *sol. dil.* HCl....			—	87
— *sol. dil.* NaHO..			—	76
Albuminate de potassium (alb. sérum).			—	86
— (alb. d'œuf).			—	47
— (alb. coagulée).			—	58,5
— (caséine			—	91
Paralbumine (kyste ov.).			—	59 à 64
Syntonine *sol. dil.* HCl..			—	72
Glutine	24	c=6,12	—	130

Sucres (suite).	Temps de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
	°			°
Mannose (séminose)....			+	14,36
Mannoheptose (perséose)			+	85
Sorbine (sorbose)		$p=10$	—	43,4
Arabinose			+	105,1
Xylose			+	19
Tréhalose (+ 2 aq.)....		$p=10$	+	180
Raffinose (+ 5 aq.)....			+	104
Stachyose			+	148
Inosites actives (anhydr.)			±	65
— — (hexacét.)			±	10
Pinite (matézite).......			+	65,5
Québrachite...........			—	80
Bergénite.............			—	51,36
Mannite hexanitrique...			+	42,2
— dichlorhydrique			—	3,75
— hexacétique....			+	18
Mannitane............			—	23,8
— monochlorhyd.			+	18,7
— tétracét.......			+	23
Éther dimannitique.....			—	5,59
Glucose tétracétochlor..			+	147
— tétracétonitrique			+	159
Isodulcite (rhamnose)...			+	8,07
Fucose...............			—	77
Mélézitose...........			+	88,51
Saccharine du lactose...			—	48,4
— du maltose..			+	63
Dextrine..............			+	223
Lévulane.............			—	221
Inuline...............			—	34,5
Sorbite...............			—	1,73
Gluconate de calcium ..			+	7
Lactones mannoniques..			±	54
Lactone galactonique...			—	58,6
Lactone rhamnonique...			—	34,5
Acide glycuronique... .			+	19,2
Divers.				
Asparagine, *eau*.......	15		+	6,436
— ammon. 10 %	15		—	10,684
— HCl 10 %....	15		+	37,45
Menthol, *alcool absolu*..	22	$c=4,9$	—	49,4

Anciens pouvoirs rotatoires.

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires [α]	Indice de réfraction (I)
Acides.	°			°	°
Acide arabique.........		c=5	j —	28.8 à 46,1	
— aspartiq. s. HCl 9,5 Bé	22	p=5,094	j +	27,68	
— s. AzH^3 10 %.		p=4,02	j —	11,67	
— s. NaHO diluée			j —	2,2	
Asparagine s. HClD 1,07.	22	p=11,125	j +	34,4	
— s. NaHO 4,8 %.	22	p=17,9	j —	7,84	
— s. AzH^3.......			j —	11,18	
— s. AzO^5H.....			j +	35 à 38,8	
— s. ac. citrique.			j +	12,5	
Acide tartrique (Biot)..	17	p=35,7	r +	8,52	
— (Pasteur).	17	p=35,7	r —	8,53	
Tartramide...........			j ±	133,9	
Essences (Buignet).					
Essence d'aspic.......	12		j +	3,30	
— de bergamote	12	d=0,868	j +	18,45	1,468
— de camomille......	12	d=0,881	j +	48,80	1,462
— de carvi...........	12	d=0,916	j +	87,33	1,493
— de cédrat..........	12	d=0,855	j +	88,88	1,478
— de citron..........	12	d=0,851	j +	87,65	1,479
— de fenouil.........	12	d=0,984	j +	8,13	1,555
— de genièvre.......	12	d=0,879	j —	14,79	1,495
— de girofle.........	12	d=1,061		0	1,542
— de lavande........	12	d=0,886	j —	21,2	1,467
— de menthe poiv. ang		d=0,904	j —	34,29	1,469
— — française.		d=0,904	j —	14,3	1,469
— — pouliot.			j +	25,07	
— de muscade.......		d=0,874	j +	34,28	1,483
— de néroli..........			j +	10,25	
— de fleurs d'or. du Midi		d=0,878	j	0	1,482
— de Paris...........		d=0,847		0	1,482
— d'oranges.........		d=0,887		0	1,477
— de petit-grain.....			j +	20,47	
— de romarin.......		d=0,896	j +	14,67	1,475
— de santal citrin....		d=0,975	j —	24,3	1,514
— de sassafras.......	12	d=1,087	j +	2,45	1,541
— de sauge..........		d=0,896	j —	8,93	1,475
— de térébenthine....		d=0,867	j —	43,5	1,476
— de thym..........		d=0,890	j —	11,23	1,483
— de copahu.........	12		j —	17,33	

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires [α]	Indice de réfraction (D).
	°			°	°
Essence d'amand. amèr.	12	d=1,059		0	1,550
— de canelle de Chine.	12	d=1,064		0	1,593
— — de Ceylan.	12	d=1,033		0	1,563
Essences (Gladstone) (1).					
Essence d'anis.........	16,5	d=0,9852	—	0,41	1,5666
— de bois rose.......	17	d=0,9064	—	6,95	1,1403
— de bouleau	8	d=0,9005	+	16,76	1,4921
— de cannelle.........	19,5	d=1,0297		0	1,5748
— de citronnelle	21	d=0,8908	—	1,76	1,4659
— de géran. de l'Inde.	21,5	d=0,9043	—	1.74	1,4714
— de girofle.........	17	d=1,0475	—	15,04	1,5312
— de limon (citr. med.).	16,5	d=0,8498	+	76,44	1,4727
— d'écorce d'orange...	20	d=0,8509	+	14,84	1,4699
— de rose	25	d=0,8912	—	3,09	1,4627
— de Wintergreen....	15	d=1,1243	+	1,05	1,5278
— de cédrat..........	18	d=0.8514	+	71,5	
— de muscade	24	d=0,883	+	20	
Alcaloïdes.					
Picrotoxine, *alcool*.....		*p*=0,125	j—	28,1	
Sucres.					
Saccharose............			j+	75,08	
Lévulose..............	14		j—	106	
—	90		j—	53	
Eucaline			j+	55	
Parasaccharose			j+	108	
Pinite................			j+	58,6	
Hématoxyline..........			j+	92	
Amygdaline			j—	35,5	
Mycose...............		*c*=10,03	j+	173,2	
Mélitose (+ 3 aq.)......	25	*c*=17,11	j+	88	
Mélézitose anhydre	20	*c*=18,6	j+	94,1	
Isodulcite		*c*=10,2	j+	47,6	
Sorbine...............		*c*=33,9	j—	46,9	
Tréhalose (+ 2 aq.)	15	*c*=6,4—14,8	j+	199	
Populine..............		*p*=1	j—	53	
Matières albuminoïdes.					
Chondrine *sol. dil.* NaHO.		*c*=0,957	j—	213,5	

(1) Chiffres calculés d'après la formule, jaune voisin de D.

Section XIII. — Solubilité des gaz (Voir aussi tables 205 à 211).

(170) *Coefficients d'absorption de quelques gaz* (BUNSEN et CARIUS), *calculés pour* 0°, 4°, 10°, 15° *et* 20° *C.*

Gaz.		0°	4°	10°	15°	20°
Azote	dans l'eau	0,02035	0,01838	0,01607	0,01478	0.01403
—	— l'alcool	0,12634	0,12476	0,12276	0,12142	0,12038
Hydrogène	— l'eau	0,01930	0,01930	0,01930	0,01930	0,01930
—	— l'alcool	0,06925	0,06867	0.06786	0,00725	0,06668
Oxygène	— l'eau	0,04114	0,03717	0,03250	0,02989	0,02838
—	— l'alcool	0,28397	0,28397	0,28397	0,28397	0,28397
Acide carbonique	— l'eau	1,7987	1,5126	1,1847	1,0020	0,9014
—	— l'alcool	4,3295	3,9736	3,5140	3,1993	2.9465
Oxyde de carbone	— l'eau	0,03287	0,02987	0,02635	0,02432	0,02312
—	— l'alcool	0,20443	0,20443	0,20443	0,20443	0,20443
Protoxyde d'azote	— l'eau	1,3052	1,1346	0,9196	0,7778	0,6700
—	— l'alcool	4,1780	3,9085	3,5408	3,2678	3,0253
Bioxyde d'azote	— —	0,31606	0,30290	0,28609	0,27478	0,26592
Gaz des marais	— l'eau	0,05449	0,04993	0,04372	0,03909	0,03499
—	— l'alcool	0,52259	0,51135	0,49535	0,48280	0,47096
Gaz oléfiant	— l'eau	0,2568	0,2227	0,1837	0,1615	0,1488
—	— l'alcool	3,5950	3,3750	3,0859	2,8825	2,7131
Butane	— l'eau	0,03147	0,02770	0,02355	0,02147	0,02065
Éthane	— —	0,0874	0,0748	0,0599	0,0508	0,0447
Hydrogène sulfuré	— —	4,3706	4,0442	3,5858	3,2326	2,9053
—	— l'alcool	17,891	15,373	11,992	9,539	7.415
Acide sulfureux	— l'eau	79,789	69,828	56,647	47,276	39,374
—	— l'alcool	328,62	265,81	190,31	144,55	114,48
Ammoniaque	— l'eau	1049,6	941,9	812,8	727,2	654,0
Air atmosphérique	— l'eau (voy. table 205)	0,02471	0,02237	0,01953	0,01795	0,0179[illegible]

CHAPITRE II

Documents relatifs à la chimie pure.

Section I. — Analyse par la voie humide.

(130 *a*) *Table des Réactions des principaux sels solubles*

I. — SELS MINÉRAUX.

ALUMINIUM.

Ac. sulfhydrique, hydrofluosilicique, perchlorique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. KHO.

Potasse. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol, exc. R., se séparant compl. si l'on ajoute exc. d'un sel ammoniacal, mais non par chal.

Ammoniaque — Pr. d'hydrate, par comp. insol. exc. R.

Hydrate de baryum. — Pr. d'hydrate sol. exc. R., se séparant si l'on ajoute un sel ammoniacal.

Carbonate de potassium, de sodium ou d'ammonium. — Pr. d'hydrate presque insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. de phosphate, sol. ac. ou KHO.

Acide oxalique et oxalates. — Rien.

Sulfate de potassium ou *d'ammonium.* — Si sol. conc., dép. crist. d'alun.

Ferrocya. — Avec temps. Pr. vol.

Ferricya. — Rien.

AMMONIUM.

Voy. *Azote.*

ANTIMOINE.

I. — Sels antimonieux.

Eau. — Rend laiteuses les solut. des sels antimonieux, mais HCl fait disparaître le trouble.

Ac. sulfhydrique. — Pr. rouge-orangé ou coloration, si liq. très-ét.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. rouge-orangé, sol. exc. R., surtout si R. impur [contenant S].

Potasse. — Pr. blanc vol. d'hydrate sol. grand exc. R. Bouilli, le pr. devient cristallin (oxyde).

Ammoniaque. — Pr. blanc vol. presque insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. à chaud grand exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Comme ammoniaque.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc vol.

Ac. oxalique. — Pr. blanc vol.; avec temps précipitation compl.

Ferrocya.—Pr. blanc, insol. HCl.

Ferricya. — Trouble sol. HCl. (C'est l'action de l'eau du réactif.)

Noix de galle. — Pr. blanc-jaunâtre.

Zinc métallique. — Pr. noir d'antimoine; d. capsule de platine, tache noire.

Permanganate de potassium. — Est décoloré.

Nitrate d'argent. — La sol. potassique de l'oxyde d'antimoine précipite avec temps ou par chal. de l'argent métallique du nitrate d'argent ammoniacal.

Chlorure d'or. — Est réduit par chal.

II. — Sels antimoniques.

a. Solution chlorhydrique d'acide antimonique.

Les *alcalis* et *leurs carbonates* précipitent en blanc; les pr. se dissolvent à chaud exc. R.

Permanganate de potassium. — N'est pas décoloré.

Nitrate d'argent. — Voy. plus loin aux antimoniates.

La plupart des autres réactions sont semblables à celles des dérivés antimonieux.

b. Antimoniates.

Ac. chlorhydrique. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.

Ac. nitrique et *sulfurique.* — Pr. blanc d'hydrate, insol. à froid, sol. à chaud.

Gaz carbonique. — Trouble.

Ac. sulfhydrique. — Pr. rouge-orangé, si la liq. ne contient pas de potasse libre.

Ac. oxalique. — Avec temps léger pr.

Nitrate d'argent. — Pr. gris d'antimoniate et d'oxyde d'argent, sol. compl. Am.; liq. ne dépose pas d'argent métallique ni avec temps, ni par chal.

ARGENT.

Ac. chlorhydrique et *chlorures.* — Pr. blanc, caillebotté de chlorure, sol. Am., insol. ac. A la lumière devient d'abord violet, puis noir.

Acide sulfhydrique. — Pr. noir, s. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir insol. exc. R.

Potasse. — Pr. brun d'oxyde; par ébullition devient noir. Insol. exc. R.; sol. Am.

Ammoniaque. — En très-petite quantité, pr. brun, sol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *de*

sodium. — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre de carbonate anhydre; insol. exc. R., sol. Am.

Carbonate d'ammonium. — Pr blanc ou blanc-jaunâtre, sol. R.

Carbonate de baryum. — Pas d'action.

Phosphate de sodium. — Pr. jaune, insol. exc. R., sol. Am. ou AzO^3H.

Pyrophosphate de sodium. — Pr. blanc.

Iodure de potassium. — Pr. jaunâtre, peu sol. Am.; insol. AzO^3H.

Ferrocya. — Pr. blanc.

Ferricya. — Pr. brun-rouge.

Chromate de potassium. — Pr. brun-rouge, sol. Am. et AzO^3H.

Zinc métallique. — Dép. noir ou grisâtre d'argent métallique.

ARSENIC.

I. — Arsénites.

Ac. chlorhydrique. — Pr. d'acide arsénieux, sol. exc. R.

Ac. sulfurique, azotique, acétique. — Précipitent au bout d'un temps très-long.

Acide sulfhydrique. — Si liq. neut., presque rien; si liq. ac., pr. jaune-serin de sulfure, sol. d. alcalis, leurs sulfures et carbonates, sol. Am., insol. HCl.

Sulfhydrate d'ammonium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. jaune, sol. Am., nitrate d'ammonium, AzO^3H et ac. acétique. Liq. ammoniacale add. de KHO donne à chaud miroir d'argent

Azotate mercurique. — Pr. blanc devenant gris par temps ou ébullition (mercure métallique).

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-pomme, sol. en bleu Am. ou KHO; solut. potassique dépose par temps ou chal. de l'oxyde cuivreux rouge.

Permanganate de potassium. — Est bruni par les liq. neut. et décoloré par les liq. acidulées.

Chlorure d'or. — Est réduit à chaud par les liq. acidulées.

II — Arséniates.

Ac. chlorhydrique, sulfurique, azotique. — Rien.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. neut. rien; si liq. acidulées form. lente d'un pr. jaune. Chal. favorise form. du pr. Insol. HCl, sol. d. alcalis, leurs carbonates et sulfures.

Sulfhydrate d'ammonium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. rouge-brique sol. AzO^3H ou Am. Solut. ammoniacale add. de KHO n'est pas réduite par chal.

Sulfate de cuivre. — Pr. bleu-verdâtre.

Nitrate de bismuth. — Pr. blanc, très-peu sol. AzO^3H ét.

Sulfate de magnésium additionné de chlorure ammonique et d'ammoniaque. — Pr. crist. semblable au phosphate ammoniaco-magnésien.

Molybdate d'ammonium, additionné d'un exc. d'acide azotique. — Par chal., pr. jaune cristallin d'arséniomolybdate ammonique.

Acétate d'urane. — Pr. jaune, sol. ac. acétique.

Permanganate de potassium. — N'est pas réduit.

Chlorure d'or. — Pas de réduction.

AZOTE.

I. — Sels ammoniacaux.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, carbonates alcalins. — Rien.

Potasse. — A chaud, dégagement d'ammoniaque, reconnaissable à l'odeur, et aux fumées blan-

ches qu'il donne à l'approche d'une baguette humectée de HCl.

Ac. tartrique. — Si liq. conc., pr. crist. de bitartrate, sol. d. une grande q. d'eau, sol. KHO; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique et *perchlorique.* — Si liq. pas trop conc., rien.

Chlorure platinique. — Pr. jaune pâle, peu sol. d. eau, insol. d. alcool éthéré.

Sulfate d'aluminium. — Dép. lent d'alun; si liq. ét., rien.

Hypobromite de sodium. — Dégagement d'azote à froid.

II. — Azotites.

Ac. sulfurique étendu. — Si liq. conc., dégagement d'oxyde azotique; si liq. ét., rien.

Ac. sulfhydrique.—Si liq. très-légèrement acidulée par HCl, dép. de soufre et form. d'am.

Chlorure de baryum ou *de calcium.* — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. d. une grande q. d'eau, surtout à chaud.

Permanganate de potassium. — Si liq. neut., rien; si liq. ac., décol.

Iodure de potassium amidonné.— Si liq. légèrement ac., coloration bleue intense.

Sulfate ferreux. — Comme pour les azotates.

III. — Azotates.

Ac. sulfurique et *chlorhydrique, chlorure de baryum* et *de calcium, acétate de plomb.* — Rien.

Acide sulfhydrique. — Si liq. très-conc. et add. de SO^4H^2, dépôt de soufre; si liq. plus ét., rien.

Permanganate de potassium, iodure de potassium amidonné. — Rien.

Sulfate ferreux. — Sel solide broyé avec SO^4H^2 conc. et add. d'une goutte de la sol. d'un azotate, produit col. rose ou pourpre.

Tournure de cuivre et acide sulfurique.— Dégagement d'oxyde azotique.

Sulfate d'indigo. — Si liq. acidulée par SO^4H^2, décol. par chal.

BARYUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Si liq. conc., pr. crist. d'hydrate; si liq. ét., rien.

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou d'ammonium. — Pr. blanc de carbonate insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc pulv., sol. HCl, ac. acétique et oxalique. Si liq. très-ét., rien.

Ac. sulfurique et *sulfates* (surtout sulfate calcique). — Pr. blanc lourd, insol. HCl, lentement déc. par carbonates alcalins à chaud.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. blanc crist., presque insol. HCl. Si liq. très-ét., pr. ne se produit que par temps ou chal.

Chromate et *bichromate de potassium.* — Pr. jaune, presque insol. d. eau, sol. HCl.

Succinate d'ammonium. — Pr. instantané, si liq. conc.; lent, si liq. ét.

Ferrocya. — Si liq. conc., avec temps, pr. crist.

Ferricya. — Rien.

BISMUTH.

Sels bismuthiques.

Eau. — Dédouble les sels en sels acides qui se dissolvent et en sels basiques insol.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS, sol. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. ex. R.

Potasse et ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipité compl. à froid.

Ferrocya.—Pr.blanc, insol. HCl.

Ferricya.—Pr.jaune, insol. HCl.

Iodure de potassium. — Pr. brun, sol. exc. R.

Bichromate de potassium. — Pr. jaune, sol. AzO^3H, insol. KHO.

Zinc métallique. — Dép. noir de bismuth métallique.

BORE.

Borates.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. ac. ou d. chlorure d'ammonium.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, insol. Am.

Azotate d'argent. — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre, sol. AzO^3H ou Am. Si liq. très-ét., pr. grisd'oxyde d'argent.

Papier de curcuma. — Trempé d. sol. légèrement acidulée par HCl ét., brunit par dessiccation.

Alcool. — Les borates mêlés de SO^4H^2 conc. ou l'ac. borique libre colorent en vert la flamme de l'alcool.

BROME.

I. — Bromures.

Chlorure de baryum. — Rien.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. d. une grande quantité d'eau.

Azotate d'argent. — Pr. blanc jaunâtre, insol AzO^3H, moins sol. Am. que le chlorure d'argent; devient gris à la lumière.

Azotate palladeux.—Pr. brun-rouge; si liq. très-ét., pr. ne se forme qu'avec temps. Le chlorure palladeux ne précipite pas.

Eau de chlore. — Coloration rouge-jaunâtre que l'éther ou le sulfure de carbone enlèvent au liquide.

Peroxyde de manganèse et *ac. sulfurique.* — Par chal., vap. rouge foncé de brome.

II. — Bromates.

Acétate de plomb. — Pr. blanc; si liq. très-ét., rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, peu sol. AzO^3H, sol. Am.

Azotate mercureux. — Pr. blanc-jaunâtre, presque insol. AzO^3H froid.

Ac. sulfurique conc. — Dégage à chaud vap. de brome et oxygène.

CADMIUM.

Ac. sulfhydrique. — Pr. jaune vif, insol. AmHS, sol. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. jaune vif, insol. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Ammoniaque.— Pr. blanc d'hydrate, très-sol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc, insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite compl. à froid.

Ferrocya. — Pr. blanc, légèrement jaunâtre, sol. HCl.

Ferricya.— Pr. jaune, sol. HCl.

Sulfocya. — Rien, même après add. d'ac. sulfureux.

Zinc métallique. — Dép. écailleux assez brillant de cadmium.

CALCIUM.

Ac. sulfhydrique et sulfhydrate d'ammonium. — Rien.

Potasse.— Pr. blanc d'hydrate, sol. d. beaucoup d'eau.

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc, pulv., même si liq. très-ét., sol. HCl, insol. ac. acétique et oxalique.

Ac. sulfurique et *sulfates.* — Pr. blanc crist., très-sol. HCl ; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique.— Rien.

Chromate et *bichromate de potassium.* — Rien.

Succinate d'ammonium. — Si liq. conc., pr. crist.; si liq. ét., rien.

Ferrocya.— Rien, à moins que liq. ne soit très-conc.

Ferricya. — Rien.

CARBONE.

(Voyez plus loin aux *Sels organiques.*)

CHLORE.

I. — Chlorures.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. d. beaucoup d'eau.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, insol. AzO^3H, très-sol. Am; à la lumière, devenant violet, puis noir.

Azotate palladeux. — Rien.

Peroxyde de manganèse et *ac. sulfurique.*— Par chal., degagement de chlore.

II. — Hypochlorites.

Chlorure de baryum. — Rien.

Azotate de plomb.— Pr. blanc, devenant avec temps rouge-orangé et enfin brun (peroxyde de plomb).

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hypochlorite, se dédoublant très-rap. en chlorure et chlorate.

Sulfate manganeux.—Pr. brun de peroxyde de manganèse hydraté.

Permanganate de potassium. — N'est pas altéré.

Ac. chlorhydrique, sulfurique. — Dégagement de chlore à froid.

Indigo. — Est décoloré lent. par les sol. alc., rap. après add. d'ac. Si l'on ajoute de l'ac. arsénieux à l'indigo, la décol. n'a lieu qu'après l'oxydation compl. de cet acide.

III. — Chlorites.

Chlorure de baryum. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc de chlorite, sol. d. beaucoup d'eau.

Permanganate de potassium. — Est décomposé aussitôt avec form. d'un dép. brun.

Indigo. — Est décoloré instantanément, même en présence de l'ac. arsénieux.

IV. — Chlorates.

Chlorure de baryum ou *azotate d'argent.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Si liq. ét., rien ; si liq. conc. ou chaude, dégagement d'un gaz jaune (chlore et composes oxygénés).

Ac. sulfurique. — Qqs. parcelles d'un chlorate, introduit d. SO^4H^2 conc., dégagent du peroxyde de chlore jaune décomposable par la chal. avec explosion.

Indigo. — N'est pas décoloré; mais si l'on ajoute un peu SO^4H^2 ét. et peu à peu du sulfite de sodium, la décol. a lieu aussitôt.

V. — Perchlorates.

Chlorure de baryum ou *azotate d'argent.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Rien.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. décompose difficilement, même à chaud.

Indigo. — N'est pas décoloré, même après add. de sulfite sodique.

Sels de potassium. — Si liq. conc. dép. crist. de perchlorate potassique.

CHROME.

I. — Sels chromiques.
(Verts ou violets.)

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sufhydrate d'ammonium.—Pr. vert-gris ou bleu-gris d'hydrate.

Potasse. — Pr. vert-bleu d'hydrate, sol. exc. R. en vert-émeraude. Cette solut. précipite en vert par l'ébullition ou par add. d'un sel ammoniacal.

Ammoniaque. — Pr. vert-gris ou bleu-gris d'hydrate presque insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Dégagement de CO^2 et pr. vert clair d'hydrate, sol. grand exc. R.; la solut. vert-bleuâtre ne précipite pas par ébullition.

Carbonate de baryum.—Précipitation compl., mais lente à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. vert ou bleu-violet.

Ac. oxalique. — Rien.

Ferrocya. — Rien.

Peroxyde de plomb. — Chauffé avec sol. alc. d'hydrate de chrome, donne liq. jaune contenant du chromate de plomb; ac. acétique y produit pr. jaune.

II. — Chromates.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. ac., pr. de soufre et réduction à l'état de sel chromique.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. vert-gris-bleuâtre, vert à chaud, d'hydrate chromique.

Ac. chlorhydrique. — A chaud dégagement de chlore; la liq. avant de devenir verte, passe par rouge, orangé et brun.

Ac. sulfureux.—Colore en vert.

Alcool. — Si liq. ac., par chal. odeur d'aldéhyde et col. verte.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc-jaunâtre, sol. $HCl,HAzO^3$.

Acétate de plomb. — Pr. jaune, sol. KHO, insol. ac. acétique.

Azotate d'argent. — Pr. rouge-pourpre; si liq. tr.-ét., rien.

Azotate mercureux. — Pr rouge-brique.

Eau oxygénée. — Col. bleu foncé, très-fugace, puis dégagement d'oxygène et pr. vert sale ou brun d'hydrate de chrome. Éther, agité avec liq., dissout la matière bleue et la rend beaucoup plus stable.

COBALT.

Ac. sulfhydrique. — Rien; si l'ac. est très-faible, louche noirâtre.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R. très-difficilement sol. HCl.

Potasse. — Pr. bleu, devenant vert sale à l'air; avec temps ou par chal. passe au rouge pâle. Insol. exc. R.

Ammoniaque. — Même pr. bleu que la potase; sol. en un liq. brun-rougeâtre grand exc. R. Si liq. contient sels ammoniacaux, pas de pr.

Carbonate de potassium. — Pr. couleur fleur de pêcher, devenant violet par chal.

Carbonate d'ammonium. — Pr. couleur fleur de pêcher, sol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Ne précipite pas, excepté le sulfate.

Ferrocya.— Pr. vert, insol. HCl.

Ferricya. — Pr. rouge-brun, insol. HCl.

Azotite de potassium. — Si liq. fortement acidulée d'ac. acétique, pr. jaune crist.

CUIVRE.

I. — Sels cuivreux.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, presque insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse.—En petite q., pr. blanc de sel cuivreux qui n'était soluble que d. exc. d'ac.; si l'on ajoute une plus grande q. de potasse, pr. jaune-brunâtre d'hydrate insol. exc. R.

Ammoniaque. — A l'abri de l'air, liq. incolore, bleuissant à l'air.

Carbonate de potassium. — Pr. jaune d'hydrate cuivreux.

Iodure de potassium. — Pr. blanc d'iodure cuivreux.

II. — Sels cuivriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir. un peu sol. AmHS; sol. cyanure potassique, insol. sulfure sodique.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. — Pr. bleu, vol. d'hydrate, presque insol. exc. R.; devient noir par chal. (oxyde).

Ammoniaque. — Pr. verdâtre de sel basique, très-sol. en bleu céleste, exc. R.

Carbonate de potassium. — Dégagement de CO^2 et pr. bleu-vert de carbonate basique, sol. AzH^3.

Carbonate d'ammonium. — Pr. verdâtre, sol. en bleu céleste exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite presque compl. à froid.

Ferricya. — Pr. jaune-verdâtre, insol. HCl.

Sulfocya. — Si liq. conc., pr. noir; si liq. ét., rien; l'add. d'ac. sulfureux fait apparaître un pr. blanc de sulfocyanate cuivreux.

Ferrocya. — Pr. rouge-brun, insol. HCl; si liq. très-ét. col. rouge.

Iodure de potassium. — Pr. blanc d'iodure cuivreux et liq. brune (iode libre).

Zinc métallique. — Dép. brun foncé de cuivre métallique.

Lame de fer. — Dép. rouge, métallique de cuivre.

ÉTAIN.

I. — Sels stanneux.

Ac. sulfhydrique. — Pr. brun foncé, insol. AmHS pur; sol. d. le R contenant un exc. de soufre. Les ac. pr. de la solut. du sulfure stannique jaune.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. brun-foncé, sol. exc. R. impur.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.; si liq. conc. et chaude, potasse en précipite de l'oxyde stanneux noir.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R. par ébull. se transforme en oxyde stanneux brun-olive.

Carbonate de potassium ou d'ammonium. — Dégagement de CO^2 et pr. blanc d'hydrate insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. même à froid.

Ac. oxalique. — Pr. blanc d'oxalate.

Ferrocya. — Pr. gél. blanc., insol. HCl.

Ferricya.— Pr. blanc. sol. HCl.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc de chlorure mercureux; si sel stanneux en excès, avec temps ou par chal. le pr. devient gris (mercure métallique).

...

Chlorure d'or. — Si liq., add. de qqs. gouttes d'ac. azotique, pr. brun de pourpre de Cassius.

Iodure de potassium. — Pr. blanc-jaunâtre.

Zinc métallique. — Dép. spongieux d'étain métallique.

II. — Sels stanniques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. jaune de sulfure stannique sol. AmHS ou KHO, difficilement Am.

Sulfhydrate d'ammonium. — Même pr. jaune, sol. exc. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. ac. ou exc. R. (*stannate*) mais qui peut reparaître si l'on ajoute KHO très-conc., dans laquelle le stannate est peu soluble.

Ammoniaque. —Pr. blanc d'hydrate, peu sol. exc. R.

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. blanc d'hydrate, peu sol. exc. R.

Ferrocya. — Pr. blanc gél.

Ferricya. — Rien.

Chlorure mercurique, chlorure d'or ou *iodure de potassium.* — Rien.

Zinc métallique. — Si sol. ne contient pas exc. d'ac., dép. d'étain spongieux et d'hydrate stannique.

FER.

I. — Sels ferreux.

Ac. sulfhydrique. — Rien; si l'ac. est très-faible, col. noire.

Sulfhydrate d'ammoniaque.— Pr. noir de sulfure, insol. exc. R., très-sol. HCl. Si liq. très-ét., col. verte et pr. noir avec temps.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, s'oxydant facilement et devenant vert, puis brun; insol. KHO, sol. incompl. Am.

Ammoniaque. —Même pr., sol. incompl. exc. R., plus sol. en présence de sels ammoniacaux.

Carbonates alcalins. — Pr. blanc de carbonate, verdissant à l'air, plus lentement que l'hydrate.

Carbonate de baryum. — A froid, rien ; à chaud, pr. complète.

Ac. oxalique. — Pr. jaune d'oxalate se formant lentement.

Ferrocya. — Pr. blanc, insol. HCl, bleuissant avec temps à l'air, instantanément par add. AzO^3H.

Ferricya. — Pr, bleu foncé, insol. HCl (bleu de Turnbull).

Sulfocya. — Rien.

Succinate ammonique.—Rien.

Tannin. — Rien.

Chlorure d'or. — Dép. brun d'or métallique.

Permanganate de potassium. — Est décoloré instantanément.

II. — Sels ferriques.

Ac. sulfhydrique.— Pr. de soufre et réduction à l'état de sel ferreux.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir de sulfure ferreux mêlé de soufre libre.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. rouge-brun, vol. d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Dégagement de CO^2 et pr. rouge-brun d'hydrate.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. à froid.

Ac. oxalique. — Col. rouge.

Ferrocya. — Pr. bleu foncé de bleu de Prusse, insol. HCl.

Ferricya. — Col. vert-brun.

Sulfocya. — Col. rouge-sang.

Succinate ou *benzoate d'ammonium.* — Pr. brun, très-sol. ac.

Tannin. — Pr. noir-bleuâtre (encre).

Chlorure d'or. — Rien.

Permanganate de potassium. —Rien.

FLUOR.

Fluorures.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. dégage par chal. un gaz fumant à l'air et corrodant le verre.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc vol. de fluorure, sol. d. grande q. HCl. Am. ne le précipite que très-lentement de la sol.

Chlorure de calcium. — Pr. gél. transparent, difficile à apercevoir. Am. ou chal. détermine la séparation du pr.

Azotate d'argent. — Rien.

IODE.

I. — Iodures.

Ac. sulfurique. —Form. d'iode libre.

Ac. azotique. – Si ac. contient vap. nitreuses ou si l'on chauffe, form. d'iode libre, qui suivant la concentration de la liq. se sépare ou reste en dissolution en colorant en brun ou en jaune. Si liq. est agitée avec un peu de chloroforme ou de sulfure de carbone, ceux-ci se colorent en rouge-violet, tandis que liq. devient incolore. Sol. d'amidon produit dans la liq. une col. bleu intense (réaction extrêmement sensible).

Eau de chlore. — Form. d'iode libre, reconnaissable comme on vient de le dire. Éviter d'employer exc. R., qui donnerait du chlorure d'iode.

Chlorure de baryum. — Rien.

Acétate de plomb. —Pr. jaune, très-peu sol. à froid.

Azotate d'argent. — Pr. jaunâtre, insol. AzO^3H, très-peu sol. Am; noircit à la lumière.

Azotate palladeux. —Pr. brun-noir, à peine sol. HCl ou AzO^3H. Le chlorure palladeux produit le même pr.

Sulfate de cuivre. — Pr. blanc d'iodure cuivreux et col. de la liq. en brun (iode libre).

Perchlorure de fer. — Form. d'iode libre.

II. — Iodates.

Ac. sulfurique ou *azotique.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. —Par chal. degagement de chlore.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. AzO^3H.

Azotate d'argent. — Pr. blanc crist., sol. Am. très-peu sol. AzO^3H.

Ac. sulfhydrique. — D. liq. acidulée par SO^4H^2 form. de soufre et d'iode libre (reconnaissable par amidon). Un exc. R. décolore de nouveau la liq qui contient alors de l'ac. iodhydrique.

Ac. sulfureux.— Agit de même, mais ne donne pas de soufre libre.

LITHIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque.—Rien.

Carbonates alcalins. — Si liq. conc., pr. cristallin, blanc, de carbonate, sol. d. grande q. d'eau.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc de phosphate, à froid lent à se former, à chaud rapide. Si liq. très-ét. rien. Le pr. est sol. HCl et Am. ne le reprécipite pas.

Ac. tartrique. — Rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. blanc.

Ac. perchlorique. — Rien ou trouble si liq. conc.

Chlorure de platine. — Rien.

Sulfate d'aluminium. — Rien.

MAGNÉSIUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Pr. vol. blanc d'hydrate, insol. exc. R., sol. d. sel ammoniac.

Ammoniaque. — Pr. vol. blanc d'hydrate; la précipitation est incompl.; si liq. contient ac. libre ou sels ammoniacaux en q. suf., pas de pr.

Carbonate de potassium. — Pr. vol. de carbonate basique, sol. d. sel ammoniac. Si liq. ac. ou ét., rien à froid, mais pr. par chal.

Carbonate d'ammonium. — Rien; si liq. neut., par le temps dép crist. blanc de carbonate magnésien ou de carbonate ammoniaco-magnésien.

Carbonate de baryum. — Rien.

Oxalate d'ammonium. — Rien; si liq. neut. et très-conc., avec temps, pr. crist. blanc.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc de phosphate; si liq. ét. rien, mais pr. par chal. Les sol. renfermant un sel magnésien, un sel ammoniacal et Am. libre donnent avec le phosphate sodique un pr. crist. de phosphate ammoniaco-magnésien très-peu sol. d. l'eau ammoniacale. Si liq. très-ét, pr. se forme avec temps ou par frottement.

Ferrocyanure de potassium. — Si liq. conc., pr. blanc.

Ac. sulfurique, ac. hydrofluosilicique, chromate de potassium. — Rien.

MANGANÈSE.

I. — Sels manganeux.

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. de sulfure couleur de chair, devenant brun à l'air, insol. exc. R., très-sol. d. ac., même d. ac. acétique.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, devenant rap. brun à l'air, insol. exc. R.; précipite incompl. en présence de sels ammoniacaux.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate; précipitation incompl. ou nulle en présence d'un grand exc. de sels ammoniacaux.

Carbonates alcalins. — Pr. blanc de carbonate, devenant brun à l'air, moins rap. que l'hydrate; peu sol. d. sel ammoniac.

Carbonate de baryum. — A froid, rien (excepté d. sulfate); à chaud, précipitation.

Ac. oxalique. — Si liq. conc. avec temps, pr. blanc crist.

Ferrocya. — Pr. blanc-rose; sol. HCl.

Ferricya. — Pr. brun, insol. HCl.

Peroxyde de plomb. — Ac. azotique et peroxyde de plomb donnent à chaud col. rouge-pourpre (ac. permanganique). La liq. ne doit pas contenir de chlore.

II. — Sels manganiques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre et réduction à l'état de sel manganeux.

Ac. chlorhydrique. — Dégage du chlore par chal.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. couleur de chair de sulfure manganeux.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. vol. brun foncé d'hydrate; insol. exc. R

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. brun d'hydrate.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. à froid.

Ferrocya. — Pr. gris-verdâtre.

Ferricya. — Pr. brun.

III. — Manganates.

Acides. — Colorent en rouge et transforment les sels en permanganates.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Pr. de sulfure manganeux, mêlé de soufre.

Potasse ou *carbonate de potassium.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Colore en rouge; par chal., dégagement de chlore et la liq. passe au brun, puis au rose (chlorure manganeux).

Ac. sulfureux ou *sels ferreux.* — Si liq. ac., décol. instantanée.

IV. — Permanganates.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Pr. de sulfure manganeux, mêlé de soufre.

Potasse. — Fait passer la couleur rouge au vert; chal. favorise la réaction.

Ammoniaque. — Pr. en brun et décolore.

Ac. azotique ou *sulfurique.* — Rien; si liq. conc. et qu'on chauffe, dégagement d'oxygène.

Ac. chlorhydrique. — La couleur rouge persiste longtemps à froid; par chal., dégagement de chlore et col. de la liq. en rose clair.

Ac. sulfureux ou *sels ferreux.* — Si liq. ac., décol. instant.; si liq. neut., décol. et pr. brun.

MERCURE.

I. — Sels mercureux.

Ac. chlorhydrique ou *chlorures.* — Pr. blanc de chlorure, insol. ac. ét.; Am. le colore en noir.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse, ammoniaque ou *carbonate d'ammoniaque.* — Pr. noir ou gris-noirâtre, insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. jaune sale, noircissant par chal.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc, insol. exc. R., devenant gris par chal.

Ferrocya. — Pr. blanc gél.

Ferricya. — Pr. rouge-brun, devenant blanc.

Iodure de potassium. — Pr. jaune-vert d'iodure mercureux, que exc. R. dédouble en mercure métallique pulv. et en iodure mercurique qui se dissout.

Chlorure stanneux. — Pr. blanc, devenant bientôt gris (mercure métallique).

Cuivre. — Se recouvre d'une couche grise de mercure, devenant brillante par frottement.

II. — Sels mercuriques.

Eau. — Dédouble un grand nombre de sels mercuriques en sels acides solubles et en sels basiques jaunes ou insolubles.

Ac. chlorhydrique ou *chlorures.* — Rien.

Ac. sulfhydrique. — En petite q., pr. blanc (comb. de sulfure et du sel non décomposé); devenant noir par exc. R.; presque insol. AmHS; insol. AzO^3H, même bouillant; sol. d. eau régale.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. — En pet. q., pr. rouge-brun; en exc., pr. jaune d'oxyde.

Ammoniaque ou *carbonate am-*

monique. — Pr. blanc, sol. grand exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. rouge-brun.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — D. le bichlorure. rien, ou avec temps pr. rouge; d. le nitrate, pr. blanc de phosphate.

Ferrocya. — Si liq. pas trop ét., pr. blanc, devenant bleu, par suite de la form. de bleu de Prusse et de cyanure de mercure.

Chlorure stanneux. — Pr. blanc de calomel; gris par ex. R.

Iodure de potassium. — Pr. rouge, sol. exc. liq. et exc. R.

Cuivre. — Dép. gris de mercure.

MOLYBDÈNE.

Molybdates.

Ac. chlorhydrique ou *nitrique.* — Pr. blanc, sol. exc. R. et d. beaucoup d'eau.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. ac., d'abord col. bleue, puis brune, et enfin pr. brun, sol. AmHS; chal. favorise la précipitation.

Sulfhydrate d'ammonium. — Si liq. ammoniacale, R. en petite q. donne par chal. pr. brun, et liq. se col. en rouge foncé; cette liq. possède un grand pouvoir colorant. Exc. R. détruit col. et dissout pr.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. ac.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H et Am.

Phosphates. — Liq. additionné exc. AzO^3H, puis d'une très-petite q. de phosphate, donné avec temps ou par chal., pr. jaune crist., sol. Am.

Ferrocya. — Pr. brun sol. AzH^3.

Chlorure stanneux. — Pr. vert-bleuâtre, sol. en bleu ac.

Sulfate ferreux. — Si liq. ac., sol. bleue; exc. R. fournit pr. brun et liq. brune.

Zinc ou *étain.* — En présence de HCl col. bleue, puis verte et à la fin brune.

NICKEL.

Ac. sulfhydrique. — Rien, ou si ac. très-faible, louche noirâtre.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R., très-difficilement sol. HCl.

Potasse. — Pr. vert clair d'hydrate, insol. exc. R. et inaltérable par chal.

Ammoniaque. — En petite q., trouble verdâtre, sol. en bleu exc. R.; potasse précipite l'hydrate de cette solut.

Carbonate de potassium. — Pr. vert-pomme de carbonate basique.

Carbonate d'ammonium. — Pr. vert-pomme, sol. exc. R. en bleu-verdâtre.

Carbonate de baryum. — Ne précipite pas, excepté le sulfate.

Ferrocya. — Pr. blanc-verdâtre, insol. HCl.

Ferricya. — Pr. jaune-vert, insol. HCl.

Azotite de potassium. — Ne précipite pas.

OR.

Sels auriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir-brun, insol. HCl, AzO^3H, sol. eau régale et AmSH jaune.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir-brun, sol. exc. R.

Potasse. — En petite q., pr. jaune-rouge, très-sol. exc. R.

Ammoniaque. — Pr. jaune-rougeâtre d'or fulminant, insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — A froid, rien ; à chaud, pr. brun d'hydrate.

Carbonate d'ammonium. — Dégagement de gaz carbonique et pr. d'or fulminant.

Carbonate de baryum. — Rien à froid ; pr. incompl. à chaud.

Ac. oxalique. — A froid, lent., à chaud, rap. dégagement de CO^2, col. verte et à la fin dép. d'or métallique.

Ferrocya. — Col. ou pr. vert-émeraude.

Ferricya. — Rien.

Sulfate ferreux. — Dép. brun d'or métallique.

Chlorure stanneux, avec qqs. gouttes AzO^3H. — Pr. rouge-pourpre ou rouge-brun de pourpre de Cassius.

Iodure de potassium. — Pr. jaune d'iodure aureux, et form. d'iode libre qui colore la liq.

Zinc métallique. — Dép. vol. d'or métallique.

PHOSPHORE.

I. — Hypophosphites.

Chlorure de baryum, chlorure de calcium, acétate de plomb. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hypophosphite, noircissant rap. (argent métallique).

Chlorure mercurique. — Si R. en exc., pr. blanc de chlorure mercureux ; si liq. en exc., dép. gris de mercure métallique.

Sulfate de cuivre. — L'ac. libre, chauffé vers 60° avec le R., donne pr. rouge d'hydrure de cuivre, sol. HCl avec dégagement d'hydrogène ; si l'on chauffe trop fort, dép. de cuivre métallique.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de gaz sulfureux et pr. de soufre.

Zinc et ac. sulfurique. — Dégagement d'hydrogène phosphoré.

II. — Phosphites.

Chlorure de baryum, chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. ac. acétique ; si liq. très-ét., rien.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, insol. ac. acétique.

Azotate d'argent ammoniacal. — A froid, lent., à chaud, rap. dép. d'argent métallique.

Chlorure mercurique.—A froid, lent., à chaud, rap. pr. blanc de chlorure mercureux.

Sulfate de cuivre. — Rien.

Zinc et ac. sulfurique. — Dégagement d'hydrogène phosphoré.

III. — Phosphates ordinaires.

L'*acide phosphorique libre* ne coagule pas l'albumine et ne précipite pas les sels de baryum ou d'argent.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc de phosphate, sol. HCl et ac. acétique, presque insol. sel ammoniac.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. HCl et ac. acétique, assez sol. sel ammoniac.

Sulfate de magnésium, add. de sel ammoniac et d'Am. — Pr. blanc crist. de phosphate ammoniaco-magnésien, sol ac., insol. Am. Si liq. très-ét., pr. se forme avec temps ou par frottement.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, vol. insol. ac. acétique, sol AzO^5H.

Nitrate d'argent. — Pr. jaune clair, sol. AzO^5H ou Am. Si liq. neut., elle prend une réaction ac.

Perchlorure de fer. — Pr. gél. blanc-jaunâtre, sol. HCl, insol. ac. acétique.

Molybdate d'ammonium, add. d'un exc. AzO^3H. — A froid avec temps, à chaud rap. pr. jaune crist. très-sol. Am.

Acétate d'urane. — Pr. jaune, insol. ac. acétique, sol. ac. minéraux.

Nitrate ac. de bismuth. — Pr. blanc dense, insol. AzO^3H ét.

Chlorure lutéocobaltique. — Rien.

IV. — Pyrophosphates.

L'*acide pyrophosphorique libre* ne coagule pas l'albumine et ne précipite pas les sels de baryum ou d'argent, en solut. ét.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. HCl.

Sulfate de magnésium. — Pr. blanc, sol. exc. R. Am. ne le précipite pas de cette solut.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Molybdate d'ammonium, add. d'un exc. AzO^3H. — A froid pas de précipité; à l'ébullition, pr. jaune après qq. temps.

Chlorure lutéocobaltique.— Pr. de paillettes brillantes jaune-rougeâtre pâle.

V. — Métaphosphates.

L'*acide métaphosphorique libre* coagule l'albumine et précipite en blanc les sels de baryum et d'argent.

Sulfate de magnésium, add. de sel ammoniac et d'Am. — Rien.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure lutéocobaltique. — Rien.

PLATINE.

Sels platiniques.

Acide oxalique. — Rien.

Ac. sulfhydrique. — Col. brune, puis pr. brun-noir, insol. HCl., AzO^3H, sol. eau régale et AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. brun-noir, sol. exc. R.

Potasse ou *ammoniaque.* — Si liq. renferme chlorure, pr. jaune, sol. à chaud exc. R. Si liq. contient un oxysel, pr. jaune-brun, insol. exe. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. jaune, insol. exc. R.

Carbonate de sodium. — A froid, rien; à chaud, pr. brun.

Ferrocya. — Pr. jaune de chloroplatinate.

Chlorure de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. crist. jaune; si liq. et., pr. se forme avec temps ou par add. d'alccol.

Chlorure stanneux. — Col. rouge-brun (chlorure platineux).

Sulfate ferreux. — Rien; par ébullition prolongée, dépôt de platine métallique.

Iodure de potassium. — Col. brun-rouge, puis pr. brun.

PLOMB.

Ac. chlorhydrique.— Pr. blanc, crist., insol. Am et ne changeant pas de couleur, inaltérable à la lumière. Si liq. ét., rien.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou

d'ammonium. — Pr. blanc de carbonate, à peine sol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Rien à froid ; précipitation compl. par ébullition prolongée.

Ferrocya. — Pr. blanc.

Ferricya. — Rien.

Ac. sulfurique ou *sulfates.* — Pr. blanc de sulfate, presque insol. d. eau, sol. KHO ou tartrate ammonique; noircit par AmHS.

Iodure de potassium. — Pr. jaune, sol. exc. R ou KHO.

Chromate de potassium. — Pr. jaune, insol. AzO^3H ét., sol. KHO.

Zinc métallique. — Dép. gris noirâtre de plomb métallique.

POTASSIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque, carbonates alcalins. — Rien.

Ac. tartrique. — Si liq. conc., pr. crist. de bitartrate; sol. beaucoup d'eau, sol. KHO et ac. minéraux; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. gél. opalin, à peine visible.

Ac. perchlorique. — Pr. crist. blanc de perchlorate insol. alcool; si liq. ét., rien.

Chlorure platinique. — Pr. jaune de chloroplatinate, très-peu sol. eau, insol. alcool éthéré.

Sulfate d'aluminium. — Dép. crist. d'alun, lent à se former; si liq. ét., rien.

Ac. picrique. — Pr. jaune insol. alcool.

SILICIUM.

Silicates.

Les silicates alcalins, auxquels on peut ramener tous les autres par fusion avec un carbonate alcalin, donnent par les acides un pr. gélatineux de silice hydraté, un peu sol. Si la sol. est évaporée à siccité, la silice n'est plus sol.

Cette silice, arrosée d'acide fluorhydrique aqueux, disparaît entièrement si l'on évapore.

SODIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque, carbonates alcalins. — Rien.

Ac. tartrique. — Rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. gél.; si liq. ét., rien.

Ac. perchlorique. — Rien.

Chlorure platinique. — Rien.

Sulfate d'aluminium. — Rien.

Bimétantimoniate de potassium. — Pr. blanc crist. ; la liq. doit être neutre et ne contenir que des alcalis pour que l'essai soit concluant. Si liq. ét., rien.

SOUFRE.

I. — Sulfures.

Acides.— Les sulfures solubles, auxquels on peut ramener tous les autres (1), en les fondant avec la potasse, dégagent avec ac. de l'ac. sulfhydrique, reconnaissable à son odeur ou à la col. noire qu'il produit sur le papier imprégné d'acétate de plomb.

Acétate de plomb. — Pr. noir, insol. ac. ét., sol. HCl bouillant.

Azotate d'argent. — Pr. noir.

Nitroprussiate de sodium. — Col. violet-rouge intense; ac. sulfhydrique libre ne la produit qu'après add. d'une goutte de soude.

Lame d'argent. — Une goutte

(1) Pour les caractères des sulfures, voyez les différents métaux.

de la liq. déposée sur la lame produit une tache noire.

II. — Hydrosulfites.

Acides. — Col. jaune.

Sulfate de cuivre ammoniacal. — A froid, pr. jaune-rouge d'hydrure cuivreux, ou si R. en exc., mélange d'hydrure et de cuivre.

Azotate d'argent. — A froid, dép. gris-noirâtre d'argent métallique.

Indigo. — Est décoloré instantanément; la col. reparaît par agitation à l'air.

Air ou *oxygène.* — Les hydrosulfites absorbent énergiquement l'oxygène de l'air en se transformant en sulfites acides.

III. — Hyposulfites.

Acides. — A froid, après qq. temps, rap. à chaud. dép. de soufre et odeur de gaz sulfureux.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc. sol. d. beaucoup d'eau, décomposable par HCl.

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hyposulfite, très-instable et devenant jaune, puis noir (sulfure d'argent). La liq. renferme alors un sulfate.

Perchlorure de fer. — Col. violet-rouge, disparaissant après qq. temps, la liq. devenant incolore.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc, noircissant bientôt; si R. en exc., pr. reste blanc.

Permanganate de potassium, ac. chromique. — Sont réduits.

Zinc et *ac. chlorhydrique.* — Dégagement d'ac. sulfhydrique.

IV. — Sulfites.

Acides. — Odeur de gaz sulfureux, sans dépôt de soufre.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, presque insol. eau, sol. HCl.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc, ne noircissant pas.

Permanganate de potassium, ac. chromique. — Sont réduits.

Perchlorure de fer. — Pas de col., la liq. se décolore au bout de qq. temps.

Zinc et ac. chlorhydrique. — Dégagement d'ac. sulfhydrique.

Nitroprussiate de sodium. — Liq. acidulée par ac. acétique add. de très-peu de nitroprussiate, puis d'une q. un peu plus grande de sulfate de zinc, donne pr. ou sol. rouge-pourpre (les hyposulfites ne montrent pas cette réaction).

V. — Sulfates.

Acides. — Rien.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, pulv. lourd de sulfate, insol. HCl, AzO^5 H.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, lourd. insol. AzO^5H ét.; sol. AzO^5H ou HCl conc. et bouillant; sol. tartrate ammonique.

Zinc et ac. chlorhydrique. — Rien.

Sucre de canne. — Est noirci à 100^0 par ac. sulfurique libre.

STRONTIUM.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Si liq. conc., pr. blanc crist. d'hydrate; si liq. ét., rien.

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc, pulv., sol. HCl, assez sol. sels ammoniacaux, peu sol. ac. acétique ou oxalique.

Ac. sulfurique et *sulfates.* — Pr. blanc, un peu sol. eau, assez sol. HCl., compl. décomposé par ébullition avec carbonate alc. Le sulfate calcique ne précipite les sels de strontium qu'au bout de qq. temps.

Ac. hydrofluosilicique. — Rien.

Chromate de potassium. — Si liq. conc., au bout de qq. temps pr. jaune; si liq. ét., rien.

Bichromate de potassium. — Rien, même si liq. conc.

Succinate d'ammonium. — Pr. lent si liq. conc.; rien si liq. ét.

Ferrocya. — Si liq. conc. trouble; si liq. ét., rien.

Ferricya. — Rien.

THALLIUM.

I. — Sels thalleux.

Ac. chlorhydrique.—Si liq. pas trop ét., pr. blanc de chlorure, inaltérable à la lumière, insol. Am, peu sol. d. eau, moins encore HCl.

Ac. sulfhydrique. — Si ac. faible (ac. acétique), pr. compl. noir de sulfure; si ac. fort, pr. très-incompl.; si liq. acidulée AzO^3H, rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R., et cyanure de potassium, sol. HCl ou AzO^3H.

Potasse, ammoniaque. — Rien.

Carbonates alcalins. — Si liq. très-conc., pr. blanc de carbonate.

Ac. oxalique. — Rien.

Iodure de potassium. — Pr. jaune citron, à peine sol. eau, peu sol. KHO, insol. R.

Chromate de potassium. — Pr. jaune, peu sol. ac. chauds.

Cyanure de potassium.—Rien.

Ferrocya. — Si liq. très-conc., pr. sol. exc. R.; si liq. moyennement conc., rien.

Zinc métallique. — Dép. de lamelles brillantes de thallium.

II. — Sels thalliques.

Eau. — Dédouble les sels thalliques en hydrate thallique et ac. libres.

Ac. chlorhydrique. — Rien.

Ac. sulfhydrique. — Dép. de soufre et réduction à l'état de sel thalleux.

Potasse. — Pr. brun gél. d'hydrate.

Ammoniaque. — Pr. brun gél. d'hydrate; la précipitation est incomp., à froid, compl. à chaud.

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. brun d'hydrate.

Ac. oxalique. — Pr. blanc d'oxalate.

Iodure de potassium.—Pr. noir, mélange d'iode et d'iodure thalleux.

Chromate de potassium.—Rien.

Ferrocya.—Pr. jaune verdissant par chal.

Ferricya. — Pr. jaune-verdâtre.

TUNGSTÈNE.

Tungstates.

Ac. chlorhydrique ou *nitrique.* — Pr. blanc, insol. exc. R., sol. Am, devenant jaune par ébullition.

Ac. phosphorique. — Pr. blanc, sol. exc. R.

Ac. sulfhydrique. — Action presque nulle, même en liq. ac. La liq. se colore lent. en bleu.

Sulfhydrate d'ammonium. — Ne précipite pas les tungstates; l'add. d'ac. précipite sulfure brun clair, un peu sol. eau pure, insol. sol. salines.

Chlorure de calcium ou *de baryum.* — Pr. blanc.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. Am.

Chlorure stanneux.—Pr. jaune; si l'on ajoute HCl et qu'on chauffe, pr. devient d'un beau bleu.

Sulfate ferreux. — Pr. brun, que les ac. ne peuvent dans aucun cas faire virer au bleu.

Zinc. — Les tungstates add. de HCl ou mieux d'ac. phosphorique sont colorés en bleu par le zinc.

URANIUM.

Sels uraniques.

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium.—A froid, pr. brun de sulfure, sol. ac. même ac. acétique, sol. AmHS pur, insol. d. le R. contenant exc. de soufre. A chaud, pr. noir, mélange de soufre et d'oxyde uraneux, insol. AmHS.

Potasse ou *ammoniaque.*—Pr. jaune. insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium ou *bicarbonate de potassium.* — Pr. jaune, sol. exc. R.; KHO fait reparaître le pr.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc-jaunâtre, sol. ac. minéraux, insol. ac. acétique.

Ferrocya. — Pr. rouge-brun foncé.

Ferricya. — Rien.

Zinc métallique. — Après qq. temps, pr. jaune d'oxyde.

VANADIUM.

I. — Ac. vanadique en sol. acides.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre. Col. bleue.

Sulfhydrate d'ammonium. — Col. brune. Par l'add. de SO^4H^2, pr. brun, sol. en rouge-brun dans exc. Am^2S.

Ferrocyanure. — Pr. vert.

Anhydr. sulfureux, réducteurs métalliques et autres. — Col. bleue.

II. — Vanadates.

Ac. sulfhydrique. — Pr. brun.

Chlorure de baryum. — Pr. jaune gél. sol. AzO^3H et par chal. devenant blanc et dense.

Chlorhydrate d'ammoniaque. — En cristaux ou en sol. saturée donne pr. blanc insol. Réact.

Eau oxygénée. — Col. rouge. Agitée avec éther, la liq. reste col. et l'éther incol.

Sels de Sb, Pb, Cu, Hg. — Pr. orange.

Tannin. Col. noire.

ZINC.

Ac. sulfhydrique. — Pr. blanc de sulfure, très-sol. HCl, insol. AmHS ; la précipitation est très incompl. ; elle est empêchée par l'add. de HCl.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. blanc de sulfure, très-sol. HCl ; insol. ac. acétique.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. blanc gél. d'hydrate, très sol. exc. R. et sels ammoniacaux.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc de carbonate basique, insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc, sol. exc. R.; la liq. ét. d'eau laisse déposer par l'ébullition du carbonate de zinc.

Carbonate de baryum. — A froid, rien, excepté dans le sulfate ; à chaud, précipitation lente.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc, sol. ac., KHO, Am ; si

liq. contient du sel ammoniac, R. ne précipite pas (le manganèse précipite dans ces conditions).

Ferrocya. — Pr. blanc gél., insol. HCl.

Ferricya. — Pr. jaune-rougeâtre, sol. HCl ou Am

II. — SELS ORGANIQUES.

ACÉTATES.

Chlorure de calcium. — Rien, même après add. d'alcool.

Azotate d'argent. — Si liq. neut., pr. blanc, crist., sol. eau chaude, Am ou AzO^3H.

Chlorure mercurique. — Rien, même à chaud.

Azotate mercureux. — Pr. blanc, sol. à chaud.

Perchlorure de fer. — Col. rouge foncé, passant au jaune par HCl; par ébullition, pr. brun d'hydrate ferrique et décoloration si liq. contient exc. d'acétate.

Ac. sulfurique. — A chaud, vap. d'ac. acétique; si l'on ajoute alcool, odeur d'éther acétique.

Ac. arsénieux. — Les acétates *secs*, chauffés avec de l'ac. arsénieux, développent l'odeur repoussante de l'oxyde de cacodyle.

ANILINE.

Chlorure de platine. — Pr. jaune.

Chlorure de chaux. — Col. bleu-violacé passant au rouge sale. L'éther enlève alors la mat. brune et la liq. redevient bleu-violacé.

Phénol et hypochlorite de soude. — Col. bleue intense.

Sels de Fe, *de* Zn, *d'*Al. — Pr. d'oxydes.

Sels de Ag *et de* Hg. — Rien.

Acide arsénique, chlorure mercurique, nitrate mercureux. — Chauffés avec l'aniline, col. violette. Si l'aniline contient toluidine, col. rouge de rosaniline.

Acide sulfurique. — Etendu de son volume d'eau, on y dissout la base et on ajoute une goutte AzO^3H fumant. Col. bleue.

Bichromate de potasse. — Col. en rouge, puis en bleu, la sol. de sulfate d'aniline dans SO^4H^2.

BENZOATES.

Chlorure de calcium. — Rien, même après add. d'alcool.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. eau chaude. ac. et Am.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. ex. R. et ac. acétique; insol. Am.

Perchlorure de fer. — Pr. vol. couleur de chair de benzoate ferrique; HCl en petite q. le dissout en laissant ac. benzoïque solide.

Acides. — Si liq. conc., pr. crist. blanc, sol. dans beaucoup d'eau chaude et cristallisant par refroidissement en lamelles brillantes. Si liq. ét., rien; mais si l'on agite sol. avec éther, celui-ci enlève ac. benzoïque et le laisse après distillation.

BRUCINE (SELS).

Potasse, carbonate de sodium. — Pr. blanc, insol. R.

Ammoniaque. — Pr. granuleux, sol. exc. R., devenant aiguillé et insol. R.

Acide azotique concentré. — Col. rouge devenant jaune par chal.; Am^2S ou chlorure stanneux ajouté alors col. en violet intense.

BUTYRATES.

Chlorure de calcium. — Rien. Le butyrate de Ca est peu soluble à l'ébull.

Chlorure ferrique. — Pas de pr.

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-bleuâtre, sol. chal.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. chal.

Acide sulfurique étendu. — A la distillation chasse l'ac. avec odeur de beurre rance.

Ac. sulfurique et alcool. — A la distillation, odeur d'ananas.

CARBONATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc gél. devenant crist. après qq. temps; sol. ac. avec dégagement de CO^2.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. Am, et avec effervescence d. AzO^3H.

Perchlorure de fer. — Pr. rouge brun d'hydrate et dégagement de CO^2.

Acides. — Dégagement de CO^2; le gaz est inodore et trouble l'eau de chaux.

CINCHONINE (SELS).

Potasse, ammoniaque, carbonates alcalins. — Pr. blanc, ins. exc. R., ins. éther.

Eau de chlore. — Rien. — En ajoutant AzH^3, pr. blanc-jaunâtre.

Ferrocyan. — Pr. jaune, sol. chal. et crist. en aiguilles dorées.

Chlorure mercurique. — Chauffé avec cinchonine libre col. rouge-violacé.

CITRATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. liq., insol. exc. R. Si liq. contient sel ammoniac, pas de pr., mais par chal. il se forme un dép. blanc, crist. de citrate tricalcique.

Azotate d'argent. — Pr. blanc floconneux, ne noircissant que très peu par l'ébullition, même après add. d'Am.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. Am.

Perchlorure de fer. — Col. brune.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. dégage des citrates solides un mélange de CO et CO^2, sans que la liq. noircisse; vers la fin la couleur de la liq. se fonce et il se dégage du gaz sulfureux. Si l'on ajoute peroxyde de manganèse, odeur d'acétone.

CYANURES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc caillebotté, sol. exc. R. moins sol. Am, insol. AzO^3H ét. Ce pr. dégage au rouge du cyanogène brûlant avec flamme pourpre.

Sel ferroso-ferrique. — Si liq. neut., pr. vert sale (si liq. ac., on sursature par qq. gouttes de potasse), mélange de bleu de Prusse et d'oxyde ferroso-ferrique. On ajoute un peu HCl, qui dissout ce dernier et laisse bleu de Prusse.

Sulfhydrate d'ammonium. — Le mélange des deux solut., évaporé au bain-marie, de manière à chasser exc. de R, renferme du sulfocyanate, qu'on dé-

cèle par une goutte de chlorure ferrique (coloration rouge-sang).

Sulfate de cuivre et teinture de gaïac. — Si liq. acidulée par une goutte HCl, col. bleue intense.

Acides. — Développent l'odeur d'amandes amères, caractéristique de l'ac. cyanhydrique.

FERRICYANURES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. orange, très sol., Am, insol. AzO^3H.

Sulfate ferreux. — Pr. bleu, insol. HCl.

Chlorure ferrique. — Col. brune.

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-jaunâtre; insol. HCl.

Ac. sulfurique. — Comme pour les ferrocyanures.

FERROCYANURES.

Chlorure de calcium. — Pr. en sol. très conc.; si liq. moyennement conc., rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, insol. Am ou AzO^3H.

Sulfate ferreux. — Pr. blanc, bleuissant rap. à l'air, instantanément par chlore ou AzO^3H.

Chlorure ferrique. — Pr. de bleu de Prusse, insol. HCl. déc. par KHO bouillante.

Sulfate de cuivre. — Pr. rouge-brun, insol. HCl.

Ac. sulfurique. — Si l'ac. conc., par chal. dégagement de CO pur; si l'ac. ét., dégagement d'acide cyanhydrique.

FORMIATES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Si liq. conc., pr. blanc crist. de formiate argentique, noircissant rap. et se transformant en argent métallique; si liq. ét., rien; mais après qq. temps dép. d'argent métallique. La réduction ne se produit pas en présence d'un exc. d'Am.

Chlorure mercurique. — A froid rien; vers 60-70°, pr. blanc de chlorure mercureux.

Perchlorure de fer. — Comme pour les acétates.

Ac. sulfurique. — A froid, odeur piquante de l'acide formique; à chaud, degagement de CO pur, sans que le mélange noircisse. Si l'on ajoute alcool, vapeurs d'éther formique.

GALLIQUE (ACIDE).

Oxygène. — Noircit en dégageant CO^2, en sol. alcaline rapidement.

Eau de chaux. — Pr. blanc floc. passant au bleu, puis au vert.

Sels d'or et d'argent. — Réduction du métal.

Sels ferriques. — Col. bleu foncé à froid; à chaud, réduction en sels ferreux.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. ac. acétique.

Alcaloïdes, gélatine. — Pas de pr.

Émétique. — Pr. blanc.

LACTIQUE (ACIDE).

Carbonate de zinc. — A l'ébull. donne lactate de zinc, peu sol. eau froide, crist. Ins. alcool.

Chlorure ferrique. — Pas de pr.

Chlorure de calcium. — Rien.

Sulfate de cuivre. — Col. bleue intense. Les paralactates sont compl. pr.

MALATES.

Chlorure de calcium. — Rien;

si liq. conc., pr. blanc par ébullition; si liq. ét., rien, mais alors l'add. de 2 vol. d'alcool provoquera la form. du pr. de malate calcique, très sol. HCl. Si cette sol. renferme très peu HCl, Am fait reparaître le pr. par l'ébullition; si sol. renferme exc. HCl, Am ne produit plus rien, même après ébullition prolongée.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. ac. ou Am., fusible dans l'eau bouillante.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, devenant un peu gris par chal.; la réduction est très-incompl., même après add. d'Am.

Chlorure ferrique. — Rien.

Ac. nitrique. — L'oxyde à chaud et le transforme en ac. oxalique.

Ac. sulfurique. — Chauffés avec l'ac. conc., les malates dégagent un mélange de CO^2 et CO, puis le liq. devient noir et dégage du gaz sulfureux.

MORPHINE (SELS).

Potasse, ammoniaque. — Pr. lent blanc crist. Sol. exc. KHO, plus diff. sol. exc. Am.

Carbonate de potassium ou de sodium. — Pr. blanc, ins. exc. R.

Chlorure ferrique. — Col. bleue, disp. par ac. libre.

Chlorure d'or. — Réd. d'or.

Azotate d'argent ammoniacal. — Réd. d'argent.

Ac. chromique dans SO^4H^2. — Col. acajou.

Ac. molybdique dans SO^4H^2. — Col. rouge-viol. devenant bleu foncé et disp.

Eau de chlore et cyanure de K. — Col. rouge-cramoisi.

Ac. iodique. — Réd. d'iode.

Ac. nitrique concentré. — Col. rouge.

NICOTINE.

Chlorure de platine. — Pr. blanc floconneux. Dans les sels ou en chauffant le précédent, pr. crist. jaune-orangé.

Chlorure d'or. — Pr. jaune-rougeâtre floconneux.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc abondant.

Chlorure de zinc ou de plomb. — Pr. blanc abondant.

Sels de cuivre. — Pr. verdâtre, sol. exc. Am. et plus diff. exc. nicotine.

Ac. tannique. — Abondant pr. blanc. Sol. HCl.

OLÉATES.

Ac. sulfurique. — Donne l'ac. oléique liquide, lequel par ac. azoteux donne masse solide.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. alcool chaud.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, altérable à l'air (devient gluant) fus. 80°, et sol. éther.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, noircit.

OXALATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc pulv. d'oxalate calcique, insol. ac. acétique, oxalique, et sels ammoniacaux; sol. HCl, AzO^3H.

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'oxalate argentique, peu sol. AzO^3H ét.; sol. Am.

Chlorure ferreux. — Pr. blanc-jaune, sol. ac. oxalique.

Peroxyde de manganèse. — Si liq. acidulée de SO^4H^2, à froid, dégagement vif de CO^2.

Chlorure d'or. — Dégagement de CO^2 et dép. d'or métallique; réaction lente à froid, rap. à chaud.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de volumes égaux de CO et CO^2, sans que le mélange noircisse.

PALMITATES.

Ac. sulfurique. — Donnent l'acide fus. 62°. Sol. alc. bouillant et surtout éth. bouillant.

PAROXYBENZOATES.

Ac. sulfurique. — Pr. blanc crist. d'acide, peu sol. eau, très sol. à l'ébull.

Sucrate de chaux. — Le composé est très sol. eau.

Chlorure ferrique. — Dans des sol. d'ac. pas de col. Pr. jaune.

PHÉNATES.

Eau bouillante. — Donnent phénol, lequel peut être enlevé par l'éther, se col. en violet par chlorure ferrique, précipite en jaune par eau bromée et se col. en bleu avec trace Am par chlorure de chaux.

Potasse. — La sol. de phénol dans le chloroforme devient rose, uis brune et épaisse (surtout à chaud).

PHTALATES ou ORTHOPHTALATES.

Ac. sulfurique. — Donnent l'ac. fus. à 182°, peu sol. eau, très sol. eau bouillante, alc. et éth. et se dédoublant au-dessus 182° en donnant l'anhyd. sublimable en longues aiguilles. La réaction est finie à 230°.

PHTALATES (MÉTA).

Ac. sulfurique. — Donnent l'ac. en aiguilles, fus. au-dessus de 300°. très peu sol. eau même chaude; Sublimable sans donner d'anhydr.

PHTALATES (PARA-) ou TÉRÉPHTALATES.

Ac. sulfurique. — Donnent l'ac. amorphe insol. eau, alc., chloroforme; se sublime sans fondre ni donner d'anhydride.

PICRATES.

Sels de potassium. — Pr. jaune. Le picrate de K en effet est insol. alc. et sol. dans 250 p. d'eau à 15°.

Cyanure de potassium. — 1 p. ac. picrique et 2 p. KCy + 9 p. eau, donne par la chaleur crist. rouge-pourpre.

Nitrate mercureux. — Pr. vert, sol. par chal.

Gélatine. — Pr. jaune.

Sulfhydrates alcalins ou *glucose et potasse.* — Par chal. col. rouge.

Sulfate de cuivre ammon. — Pr. crist. verdâtre.

Chlorure de chaux. — A chaud, vap. piquantes de chloropicrine.

PYRIDINE.

Chlorure cuivrique. — Pr. bleu, sol. exc. pyridine.

Ac. nitrique fumant. — Rien.

Iodure de méthyle. — Se combine (assez vite à chaud). La comb., chauffée avec KHO solide en exc. et un peu d'eau, donne odeur très forte et caractéristique.

Chlorure de platine. — Pr. le chlorhydr. de pyridine. Ce pr. dissous dans l'eau et longt. bouilli, donne poudre jaune, ins. eau et ac. La sol. refroidie donne lamelles jaune d'or.

QUININE (SELS).

Potasse, ammoniaque. — Pr. blanc. A peine sol. KHO, un peu plus Am. Très sol. éther.

Eau de chlore. — On ajoute ensuite Am. Col. vert émeraude. Ou bien l'on ajoute un peu de ferrocyan., puis Am : col. rouge passant au brun.

Cyanure de potassium. — Col. rouge-carmin.

Bichromate de potassium. — Pr. orange.

Teinture d'iode. — Dans solution acétique de bisulfate, lamelles brunes (hérapathite).

SALICYLATES.

Acide chlorhydrique. — Pr. blanc, crist. d'acide, peu sol. eau.

Sucrate de chaux. — Pr. blanc, insol. eau.

Chlorure ferrique. — Dans la sol. d'ac. col. violette.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc.

Alcool et SO^4H^2 à chaud, odeur agréable d'éther salicylique.

STÉARATES.

Acide chlorhydrique. — Pr. d'acide, fus. 69,2, insol. eau, sol. en toutes prop. alc. bouillant, très sol. éther.

STRYCHNINE (SELS).

Potasse. — Pr. blanc, ins. exc. R.

Ammoniaque. — Pr. blanc, sol. exc. R. et cristallisant de nouveau dans la sol.

Sulfocyan. — Pr. crist. peu sol. exc. R.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc devenant crist.

Chlorure de platine. — Pr. jaune.

Ac. tannique. — Pr. blanc.

Ac. sulfurique conc. — Dissout la strychnine en rose ; si l'on ajoute alors un cristal de bichromate de K, col. violette passant au rouge.

SUCCINATES.

Chlorure de calcium. — Si liq. très conc., pr. blanc crist. ; si liq. moyennement conc., rien, même par chaleur ; l'add. de 2 vol. d'alcool provoque form. d'un pr. blanc de succinate calcique, sol. sel ammoniac.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, peu sol. ac. acétique, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure ferrique. — Pr. vol. rouge-brunâtre pâle, sol. ac. ét.

Acétate de plomb. — Pr. blanc amorphe, très-sol. exc. R., liq. primitive ou ac. succinique ; après qq. temps, ces sol. déposent du succinate de plomb crist. à peine sol.

Ac. azotique. — Ne l'altère pas, même à l'ébullition.

SULFOCARBONATES.

Solution ammoniacale d'oxyde de nickel. — Dans les sulfocarbonates normaux tr. ét. col. groseille ; dans les sulfocarbonates sulfurés col. jaune.

SULFOCYANATES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. exc. liq. primitive ou Am.

Chlorure ferrique. — Col. rouge de sang, stable en présence de HCl ; la chal. la détruit, de même que AzO^3H, ac. sulfureux, hyposulfites, etc.

Sulfate de cuivre et ac. sulfureux. — Pr. blanc de sulfocyanate cuivreux, insol. ac., sol. Am.

Acétate de plomb. — Après qq. temps, pr. crist.

Ac. chlorhydrique ou *sulfurique.* — Si liq. ét. et froide, rien; après qq. temps, col. jaune; et à la fin dép. jaune d'ac. persulfocyanique. A chaud, dégagement de CO^2, CS^2, H^2S ou CSO.

Ac. nitrique. — L'ac. ét. donne à chaud un dép. jaune et persulfocyanogène.

Ac. molybdique dissous dans HCl. — Col. rouge, que l'éther enlève à la liqueur.

TANNIN.

Oxygène. — Brunit en dégageant CO^2, en sol. alcaline rapidement.

Sels d'or et d'argent. — Réduction de métal.

Liqueur cupropotassique. — Idem.

Emétique, acétate de plomb. — Pr. blanc.

Gélatine, albumine; plusieurs alcaloïdes. — Pr. blanc.

Chlorure ferrique. — Pr. bleu-noir.

TARTRATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc amorphe, sol. ac. et sel ammoniac. Cette dernière solut. laisse déposer au bout de qq. temps du tartrate de calcium cristallisé. Pr. sol. KHO; la solut. se trouble par chal. et s'éclaircit de nouveau par refroidissement. Le tartrate calcique chauffé doucement avec Am et un fragment d'azotate d'argent donne un miroir d'argent.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am; noircissant par l'ébullition.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure ferrique. — Rien.

Acétate de potassium et ac. acétique. — Pr. crist. de bitartrate de potassium; si liq. ét., avec le temps; si liq. très ét., rien.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de CO^2, CO, et plus tard de SO^2, en même temps que le mélange noircit.

TOLUIDINES.

Chlorure de platine. — Pr. jaune-orangé [assez sol. para].

Chlorure de chaux en présence de l'éther. — Col. nulle (para) ou orange (ortho). Par addition d'une goutte d'ac. acétique, col. rougeâtre (para) ou violette (pseudo ou ortho).

URÉE.

Ac. azotique conc. — Pr. crist. peu sol. eau, moins sol. AzO^3H.

Ac. oxalique. — Pr. blanc, crist. peu sol. exc. R.

Chlorure mercurique. — Pr. jaune dans les sol. alcalines.

Azotate mercurique. — Pr. blanc dans les sol. neutres.

Chlorure de chaux. — Dégagement d'Az. à une douce chaleur.

Hypobromites. — Id. à froid.

Ac. azoteux. — Dégagement de CO^2 et Az.

URIQUE (ACIDE).

Acide nitrique. — On chauffe un peu d'ac. urique avec léger excès R; on évapore à sec et on ajoute sur le résidu chaud une goutte d'Am. Col. pourpre.

(172) *Table pour les essais au chalumeau* (Borax).

Essai au borax. Couleur de la perle.	Au feu d'oxydation		Au feu de réduction	
	A chaud.	A froid.	A chaud.	A froid.
Incolore.	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, W, Mo, Ti ; Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, *seulement en p. q.* (1) *sinon jaunes.*	Si, Al, Sn ; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, Ti, W, Mo, Zn, Cd, *blanches et op. au fl.* Pb, Bi, Sb, Ag ; Fe, *en p. q.*	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Di, Mn ; Nb, *seulement en p. q., sinon grises et op.* Ag, Zn, Cd, Pb, Ni, Bi, Sb, Te, *en soufflant longtemps; sinon grises et op.*	Si, Al, Sn, Di, Mn ; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th (*sat.*), La, Ce, Ta, *blanches et op. au fl.* Nb, *seulement en p. q.; sinon grise et op.*; Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *en soufflant longt.; sinon grises et op.*; Fe, *en p. q.*
Grise et opaque.	»	»	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *surtout à fr. et en chauff. peu longt., sinon incolor.*; Nb, *en g. q.*	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *en chauffant peu longtemps; sinon incolores*; Nb, *en g. q.*
Jaune très-pâle.	Ag. *en p. q.*	Ag. *en g. q. op. au fl.*	»	»
Jaune pâle.	Ag, Cd, Zn, *g. q.*	»	»	»
Jaune.	Ti, W, Pb, Sb, Mo, *en g. q.*; U, *en p. q.*	Va, Fe ; Ce, *blanc op. au fl.*; U. *jaune op. au fl.*	Ti, *en p. q., sinon bleu viol.*; Mo, *en p. q.*; *en très-gr. q. brun* ; W. Va.	Mo, *en g. q. op. et brune;* W, *en g. q. brune.*
Jaune-rougeâtre.	Cr, Fe, *en p. q.* Bi, *en g. q. (or*[se]).	»	U.	»
Rouge.	Ce.	»	»	»
Rouge foncé.	Fe, *en g. q.*	Mn (*violacée*).	»	»
Rouge-brun.	Cr, U.	Ni.	Cu, *en souffl. peu longt.* (*tr.*)	Cu, *en souffl. peu longt.* (*tr.*)
Violette.	Mn, Ni, Di.	Di.	»	Ti, *op. au fl.*
Bleue.	Co.	Co ; Cu (*verdât. pend. le refr.*)	Co.	Co ; Cu, *presq inc. en s. longt*
Verte.	Cu.	Cr (*jaunâtre pendant le refroid.*).	Fe. Cr, *brunât.*; Cu, *presq. inc. en souf. longt.*	Fe, U (*vert bout.*); Cr, Va (*vert-émer.*).

1. Abréviations employées dans ce tableau : *p. q.*, petite quantité ; *g. q.*, grande

(173) *Table pour les essais au chalumeau* **(Sel de phosphore).**

Essai au sel de phosphore. Couleur de la perle.	Au feu d'oxydation. A chaud.	Au feu d'oxydation. A froid.	Au feu de réduction A chaud.	Au feu de réduction A froid.
Incolore, avec une portion non dissoute nageant à l'intérieur.	Si.	Si.	Si.	Si.
Incolore.	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Nb, Te, *en toute proportion*; Ta, Ti, W, Zn. Cd, Pb, Bi, Sb. *en p. q.; sinon plus ou moins jaunes.*	Al, Sn; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, *op. au fl.*; Ce. Nb, Ta, Ti, W, Zn. Cd, Pb, Bi, Sb. Fe, *en p. q.*	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Ce. Di, Mn; Ta, Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb. Ni, Te, *feu très-soutenu; sinon grises et op.*	Al, Sn; Ba, Sr, Co, Mg, Gl, Y, Zr, Th (*saturée*), La, *op. au fl.*; Ce, Di, Mn, Ta; Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *feu tr.-sout.*; *sinon gr. et op.* Fe, *en p. q.*
Grise et opaque.	»	»	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi Sb, *surtout à froid*; Te, Ni.	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Te, Ni.
Jaune pâle.	Sb; — Zn, *en g. q.*	Ag, Fe.	»	Fe.
Jaune.	Pb, *en très-g. q.*; Bi, Cd, Ta, Ti, W, *en g. q.*; Ag, Ce, Ni, U, Va; Cr, Fe, *en p. q.*	Fe, *en g. q.* Ni, *en p. q.* U (*verdâtre*). Va.	Ti.	Fe (*verdâtre*), *en g. q.*
Jaune-rougeâtre.	Cr, Fe. *en g. q.*	Ni, *en g. q.* (*orange*).	Fe, *en p. q.*; Va.	Fe, *pendant le refroid.*
Rouge.	»	»	Fe (*brun*.	»
Rouge foncé.	»	»	»	Cu, *op.*
Rouge-brun.	Ni; Fe, Cr, *en t.-g. q.*	»	Cr. Fe.	Cu, *op.*
Violette.	Mn, Di.	Mn, Di.	Nb, *en g. q.*	Nb. Ti.
Bleue.	Co.	Co; Cu (*verdât. pend. le refr.*).	Co, W; Nb, *en très g. q.*	Co, W; Nb. *en très-g. q.*
Verte.	Cu; Mo (*jaunâtre*).	Mo, U (*jaunâtre*) Cr (*vert-émeraude*).	U, Mo, Cu.	Cr, U, Mo, Va.

quantité; *op.*, opaque ; *fl.*, flamber; ., trouble.

(174) *Recherche de l'acide borique.*

On approche de la base d'une flamme de Bunsen, ou mieux d'une flamme d'hydrogène, une boucle de fil de platine contenant une goutte d'acide sulfurique additionnée de la substance à examiner. La flamme *extérieure* se colore en vert et donne les bandes de Bo^2O^3 (**181**).

(175) *Recherche du cuivre.*

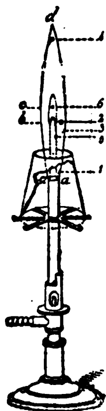
Le composé de cuivre est introduit dans la flamme extérieure de Bunsen, à l'aide d'un fil de platine, et on volatilise au-dessous de l'essai une goutte d'acide chlorhydrique. Belle coloration bleue et spectre cannelé du chlorure (181).

(176) *Analyse pyrognostique* (BUNSEN).

Bunsen a montré que la flamme non éclairante du bec qui porte son nom pouvait servir à un genre d'analyse qui, par sa sensibilité et sa précision, peut être rapprochée de l'analyse spectrale. Le point original et nouveau qui distingue cette méthode de l'ancienne méthode du chalumeau, est la volatilisation de certains éléments et leur condensation sous forme d'enduits sur des surfaces froides, enduits que l'on peut caractériser au moyen de quelques réactions simples.

I. — NATURE DE LA FLAMME DU BEC BUNSEN.

Le bec employé dans ces essais doit être muni d'une cheminée et d'un réglage d'air; il est représenté par la figure ci-contre à $^1/_8$ de sa grandeur naturelle; les chiffres indiquent les différentes zones de réaction de la flamme.



On distingue dans la flamme trois parties principales : 1° le centre obscur *aba*, contenant du gaz mêlé de 60 pour 100 environ d'air; 2° le manteau pâle *adac*; 3° la pointe *bc* légèrement éclairante dont on peut augmenter à volonté l'éclat en diminuant l'accès de l'air par les ouvertures inférieures du bec. Dans ces trois parties principales on peut distinguer ***six zones de réaction :***

1) ***Base de la flamme.*** Température la moins élevée de la flamme.

2) ***Zone de fusion.*** Située en (2), elle présente la température la plus élevée; sert à l'examen de la fusibilité, de la volatilité et du pouvoir émissif des substances.

3) ***Zone inférieure d'oxydation.*** Située en (3); utile surtout pour la suroxydation des oxydes dissous dans les flux.

4) ***Zone supérieure d'oxydation.*** Située en (4); sert à l'oxydation d'essais volumineux, au grillage des sulfures, etc.

5) *Zone inférieure de réduction.* Située en (5); contient un mélange d'air et de gaz non brûlé; certaines substances qui sont réduites en (6) restent ici inaltérées; de telles conditions ne peuvent être réalisées au moyen du chalumeau. Sert à la réduction sur le charbon ou dans les flux.

6) *Zone supérieure de réduction.* Située en (6); comme il a été dit, on peut l'augmenter ou la diminuer à volonté. Cette zone ne renferme pas d'oxygène libre, mais des particules de charbon; sert à la réduction des métaux que l'on veut recueillir sous forme d'enduits.

II. — MÉTHODES D'ESSAI DANS LES DIFFÉRENTES ZONES DE RÉACTION.

A. — Action d'une température élevée sur les substances.

Au moyen de la flamme du bec Bunsen, on peut atteindre des températures aussi élevées qu'avec le chalumeau, à la condition de diminuer considérablement la quantité de l'essai et, par suite, les dimensions des fils qui servent à le supporter. On emploie à cet effet des fils de platine extrêmement minces coupés en morceaux de 4 centimètres de long, recourbés en boucle à l'une de leurs extrémités et fixés par l'autre dans un tube de verre effilé. 10 centimètres de ce fil ne doivent peser au plus que $0^{gr},034$. Les essais qui n'adhèrent pas au platine sont portés dans la flamme sur une baguette très-fine en asbeste fixée dans un tube de verre étiré. Ces petits tubes sont maintenus dans la flamme au moyen d'un support approprié. Enfin, les essais qui décrépitent sont réduits en poudre ténue au moyen d'un petit couteau à palette; on les enveloppe dans 1 centimètre carré de papier Berzélius humide qu'on brûle entre deux boucles de fil de platine; il reste ainsi une croûte cohérente qui peut être chauffée directement dans la flamme.

Lorsqu'on porte un essai à une haute température, il faut observer l'intensité ou la couleur de la lumière qu'il émet, sa fusibilité, sa volatilité et enfin la coloration qu'il communique à la flamme, caractères qui donnent tous des indications sur sa nature. La coloration de la flamme qui présente un intérêt tout particulier apparaît dans la région (4) si l'essai est porté en (6); la région (1) peut être utile pour réduire en vapeur la partie la plus volatile d'un mélange et produire ainsi une coloration de la flamme qui serait masquée par les autres sels si on introduisait le mélange dans une région plus chaude.

La *volatilité* des essais peut être appréciée avec une précision suffisante en portant dans la partie la plus chaude de la région de fusion qu'on a déterminée préalablement, un poids connu de matière, 1 centigramme, par exemple, et en notant le moment de l'introduction et l'instant où la coloration de la flamme disparaît de nouveau. Bunsen rapporte la volatilité des essais à celle du chlorure de sodium prise comme unité; en désignant par t_0 et t_1 le temps qu'exigent pour se volatiliser une perle de chlorure de sodium de 1 centigramme et une perle de l'essai du même poids, on a par conséquent :

$$v \text{ (volatilité)} = \frac{t_0}{t_1}.$$

Le tableau suivant donne en secondes le temps de volatilisation de 1 centigramme de matière, ainsi que la volatilité *v*.

Sels.	Temps de volatilisation.	Volatilité.	Sels.	Temps de volatilisation.	Volatilité.
NaCl	84,25	1,000	CsCl	31,3	2,717
LiCl	114,0	0,739	KI	29,8	2,828
KCl	65,4	1,288	Na^2SO^4	1267,0	0,066
NaBr	48,8	1,727	Li^2CO^3	736,5	0,114
KBr	41,0	2,055	K^2SO^4	665,2	0,127
RbCl	38,6	2,183	Na^2CO^3	632,0	0,133
NaI	35,7	2,360	K^2CO^3	272,0	0,310

Si l'on divise les valeurs de *v* des *sels haloïdes* par les poids moléculaires correspondants, on trouve très-sensiblement le même chiffre (0,0169, en moyenne), ce qui montre que dans le même temps il se volatilise le même nombre de molécules des sels haloïdes.

B. — **Réduction et oxydation des essais.**

1° *Réduction dans le tube.* On emploie des tubes de 2 à 3 millimètres de diamètre et de 30 millimètres de longueur, à parois très-minces ; les réducteurs employés sont un mélange de carbonate de sodium sec et de noir de fumée préparé avec l'essence de térébenthine ; un bout de fil de magnésium de 2 ou 3 millimètres de long et de 1 demi-millimètre de diamètre, ou un morceau de sodium gros comme une graine de moutarde.

2° *Réduction sur la baguette de charbon.* On prend un gros cristal de carbonate de sodium, on en chauffe un bout dans la flamme, et quand il fond dans son eau de cristallisation, on en frotte le bout d'une allumette mince qu'on carbonise ensuite lentement dans la flamme ; on obtient de cette manière une petite baguette de charbon enduite de carbonate de sodium et rendue ainsi difficilement combustible. D'autre part, l'essai est broyé avec une goutte de carbonate sodique fondu dans son eau ; une petite boule de ce mélange de la grandeur d'un grain de millet est chauffée à l'extrémité de cette baguette, d'abord dans la région (5) de la flamme, puis portée au travers du cône central obscur dans la région (6), et enfin après la réduction, qui s'accompagne d'un bouillonnement, soumise au refroidissement dans le cône obscur. Le produit broyé avec un peu d'eau et lévigé, fournit des globules, des paillettes ou une poudre métallique.

3° *Enduits sur la porcelaine.* Les métaux réductibles par l'hydrogène ou le charbon et volatils, peuvent être séparés de leurs combinaisons comme tels ou à l'état d'oxydes et condensés sous forme d'enduits sur une surface de porcelaine maintenue à une température relativement froide (capsule en porcelaine mince, vernie à l'extérieur, d'un diamètre de 10 à 12 centimètres, et remplie d'eau).

(*a*) *Enduits métalliques.* On introduit l'essai au bout d'une ba-

guette en asbeste dans la région (6), tandis que l'on place la capsule en porcelaine immédiatement au-dessus ; les métaux réduits s'y condensent sous forme d'enduits noirs, mats ou miroitants. Au lieu de la porcelaine, on peut employer un grand tube à essai, rempli d'eau, dont le fond est fixé à la hauteur de la partie supérieure de la région (6) ; l'ébullition de l'eau est rendue régulière au moyen de quelques fragments de marbre. On peut ainsi recueillir, sous forme d'enduits, des quantités notables du métal réduit. La dissolution plus ou moins facile de l'enduit dans l'acide nitrique d'une densité de 1,15, permet de classer les métaux en trois groupes (voy. tab. 177).

(*b*) *Enduits d'oxyde.* On opère comme en *a*, mais on place la capsule dans la région (4) ; il est bon de diminuer la flamme pour que les produits volatils ne se répandent pas sur une trop grande surface de la capsule. — α) La couleur de l'enduit peut donner des indications sur sa nature. — β) On examine s'il est réduit par une goutte de chlorure stanneux. — γ) Si l'on a ainsi un résultat négatif, on cherche à obtenir la réduction en ajoutant de la soude jusqu'à ce que l'oxyde stanneux précipité d'abord soit dissous. — δ) On humecte l'enduit avec une goutte de nitrate d'argent parfaitement neutre et on fait arriver sur la tache un courant d'air chargé d'ammoniaque (air barbotant dans de l'ammoniaque liquide) ; s'il se forme un précipité, on cherche à le dissoudre ou à le modifier par un excès d'ammoniaque.

(*c*) *Enduits d'iodure.* On place la capsule enduite d'oxyde sur un vase plat à large ouverture, contenant de l'iodure de phosphore tombé en déliquescence ; les vapeurs d'acide iodhydrique qui s'en dégagent convertissent l'oxyde en iodure. — α) On cherche à faire disparaître l'enduit d'iodure, c'est-à-dire à le dissoudre en soufflant dessus ; en chauffant très-légèrement la capsule, on peut le faire reparaître. — β) On étudie l'action de l'air ammoniacal sur l'enduit.

(*d*) *Enduits de sulfure.* On dirige sur l'enduit d'iodure un courant d'air chargé de sulfure d'ammonium (air barbotant dans une solution de sulfure d'ammonium), et on chasse l'excès de réactif à l'aide d'une douce chaleur. — α) On cherche à le faire disparaître, c'est-à-dire à le dissoudre, en soufflant dessus. Les sulfures possèdent souvent la même coloration que les iodures, mais s'en distinguent par leur insolubilité dans la buée. — β) On examine si le sulfure d'ammonium dissout l'enduit.

C. — Attaque des essais non ou difficilement réductibles dans la flamme.

On fait cette attaque, comme d'habitude, par le carbonate de sodium, le nitre, le bisulfate de potassium. Le mélange est supporté par une petite spirale en fil de platine mince, et fondu dans l'espace (4).

III. — RÉACTIONS DES CORPS.

Abréviations employées dans les tableaux suivants :

Am^2S = sulfure d'ammonium ; disp. au souf. = disparaît au souffle; disp. passag. = disparaît passagèrement ; ne disp. pas = ne disparaît pas ; *g* = goutte.

Voyez en outre les abréviations employées dans la table 130, p. 102.

(177) *Éléments réductibles, volatils.*

	Enduit métallique	Enduit d'oxyde.	Enduit d'oxyde $+ SnCl^2$.	Enduit d'iodure.
Enduits à peine solubles dans AzO^3H d'une densité de 1,45	Noir, bord brun.	Blanc.	Noir.	Brun; disp. pass. au souf.
	Rouge-cuivre, bord rouge-brique.	Id.	Roug.-briq. + NaHO noir.	Brun; ne disp. pas compl. au souf.
	Noir, bord brun.	Id. $+ AzO^3Ag$ et AzH^3 noir, insol. AzH^3.	Blanc. NaHO rien.	Rouge-orange disp. passag au souf.
	Id.	Blanc; $+ AzO^3Ag$ $+ AzH^3$ jaune ou br.rouge, sol. AzH^3	Id.	Jaune; disp. passag. au souf.
Enduits difficilement solubles dans AzO^3H d'une densité de 1,45	Id.	Blanc-jaunâtre.	Id. + NaHO noir.	Bleu-brunâtre, bord couleur de chair; disp. passag. au souf.
	Gris non uniforme.	Ne peut être produit.		Rouge-carmin et jaune; ne disp. pas au souf.
	Noir, bord brun.	Blanc.	Blanc.	Jaune-citron; ne disp. pas au souf.
Enduits immédiatement solubles dans AzO^3H d'une densité de 1,45	Id.	Jaune clair.	Id.	Jaune; ne disp. pas au souf.
	Id.	Brun, bord blanc; ce bord passe au noir par AzO^3Ag.	Id.	Blanc.
	Id.	Blanc.	Id.	Id.
	Id.	Blanc-jaunâtre.	Id.	Blanc-jaunâtre.

donnant des enduits métalliques.

Enduit d'iodure $+ AzH^3$.	Enduit de sulfure.	Enduit de sulfure $+ Am^2S$.	Coloration de la flamme.	Nature de l'élément.
Disp.	Noir ou noir-brunâtre	Disp. passag.	Vert	Te
Ne disp. pas.	Jaune ou orange.	Orange, puis disp. passag.	Bleu-bluet.	Se
Disp.	Orange.	Disp. passag.	Vert pâle.	Sb
Disp.	Jaune-citron	Disp. passag.	Bleu pâle.	As
Rouge-aurore à jaune, brun à l'état sec.	Brun d'ombre bord brun café.	Ne disp. pas.	Bleuâtre non caractéristique.	Bi
Disp. passag.	Noir.	Id.	—	Hg
Ne disp. pas.	Noir, bord gris-bleuâtre.	Id.	Vert-pré.	Tl
Disp. passag.	Rouge-brun puis noir.	Id.	Bleu pâle.	Pb
Blanc.	Jaune-citron.	Id.	—	Cd
Blanc.	Blanc.	Id.	—	Zn
Blanc-jaunâtre.	Id.	Id.	Bleu-indigo.	In

(178) *Eléments réductibles sur la baguette de charbon, mais ne donnant pas d'enduits.*

		Aspect du métal.	Réactions.	Nature de l'élément.
I. Métaux se présentant sous forme de poudres ou de paillettes non fondues. On les met au contact de la pointe d'un couteau aimanté.	Métaux magnétiques. On transporte l'aigrette métallique sur une feuille de papier blanc.	Poudre noire non brillante.	Traité sur le papier par g. AzO^3H, se dissout et produit tache jaune, bleuissant par ferrocy. Tache jaune, traitée successivement par soude et brome en vapeur, puis de nouveau par soude, ne change pas. Perle de borax : jaune-rougeâtre en (4), vert-bouteille en (5) ou (6).	Fe.
		Paillettes blanches brillantes et ductiles.	Traité par g. AzO^3H, se dissout et produit tache verte sur papier, qui, par soude, brome et soude, passe au brun-noir. Perle de borax : violette en (4), grise et opaque en (5) ou (6).	Ni.
		Comme ci-dessus.	Traité par g. AzO^3H, se dissout et produit sur le papier tache rouge, qui, par soude, brome et soude, passe au brun-noir. Perle de borax : bleue en (4), (5) ou (6).	Co.
	Métaux non magnétiques. Ils peuvent être réduits sans l'emploi de la baguette de charbon, en calcinant l'essai avec du carbonate de sodium dans la zone (4).	Masse spongieuse grise, devenant blanche brillante et ductile sous le brunissoir.	Sol. AzO^3H chaud ; solut. add. d'une g. de cyanure mercurique, puis de AzH^3, donne pr. blanc, sol. exc. R. Liq. add. d'eau régale et évaporée à une g., donne pr. crist. orangé sale. Sol. nitrique est colorée par chlorure stanneux, en bleu, vert ou brun, suivant q. R.	Pd.
		Comme ci-dessus.	Insol. HCl ou AzO^3H ; sol. eau régale. Solut. add. d'une g. de cyanure mercurique, puis de AzH^3, donne immédiatement pr. crist. jaune clair. Solut. d. eau régale est colorée en brun-jaune par le chlorure stanneux.	Pt.
		Poudre grise, terne, non ductile, ne changeant pas sous le brunissoir.	Insol. HCl, AzO^3H et eau régale, attaquable difficilement par fusion avec bisulfate de potassium ; la masse fondue se dissout dans l'eau avec une col. rose.	Rh.
		Comme ci-dessus.	Insol. HCl, AzO^3H et eau régale, inattaquable par bisulfate de potassium.	Ir.

	Aspect du métal.	Réactions.	l'élément.
II. Métaux se présentant sous forme de globules métalliques.	Globule jaune, brillant, ductile.	Insol. HCl ou AzO^3H; sol. eau régale; solut. donne avec chlorure stanneux pr. brun de pourpre de Cassius, et avec sulfate ferreux pr. brun d'or, en même temps que la liq. prend une teinte bleue.	Au.
	Globule blanc, brillant, ductile.	Insol. HCl, sol. AzO^3H; solut. donne avec HCl pr. blanc, sol. AzH^3.	Ag.
	Globule rouge, pouvant être réduit en paillettes au mortier.	Sol. AzO^3H; solut. brunit par ferrocy. Perle de borax : bleu-verdâtre en (4), ne devenant rouge en (5) qu'après add. d'une trace d'acide stannique; par des oxydations et réductions successives, on obtient une perle transparente rouge rubis.	Cu.
	Globule blanc, brillant, ductile.	Difficilement sol. HCl; un papier Berzelius, imprégné de la solut. est coloré en rouge par ac. sélénieux, et en noir par ac. tellureux. Solut. add. d'une trace de nitrate de bismuth, puis de soude, donne pr. noir. Une perle de borax colorée très-faiblement en bleu par CuO peut servir à la recherche de traces d'étain; on opère comme ci-dessus.	Sn.

(179) *Éléments ne donnant pas d'enduits, et difficilement ou non réductibles.*

On attaque par le carbonate de sodium en fusion avec addition de petites quantités de nitre.	Masse fondue blanche ou incolore.	On la dissout dans l'eau et l'on fait absorber la solution par des bandes étroites de papier Berzelius.	HCl ne change pas la couleur du papier, mais ferrocyanure produit ensuite col. rouge-brun. Chlorure stanneux en très-petite q. colore le papier en bleu, à froid ou à une douce chal., exc. R. fait passer col. au jaune-brun. AmHS produit sur le papier une tache brune, persistante après add. de HCl, et entourée souvent d'une auréole bleue.	Mo
			HCl et ferrocy. ne produisent pas de col. Chlorure stanneux donne col. bleue. AmHS et HCl ne produisent rien.	Tu
		Si les essais précédents n'ont pas donné de résultat, on arrose la masse fondue encore chaude de chlorure stanneux et on la réduit dans la zone (5). On obtient alors une masse grise qui se dissout à chaud d. HCl en donnant solut. de couleur améthyste. Avec sel de phosphore, l'essai donne en (4) perle incolore, qui en (6) se colore en violet améthyste. Après add. d'une petite q. de sulfate ferreux, la perle prend en (5) la col. rouge foncé du sang veineux; la perle passe au brun en (4) (fer) et se colore en (5) de nouveau en rouge foncé.		Ti Ta ou Nb
		Si tous les essais précédents n'ont donné aucun résultat, on ajoute ac. acétique à la solut. de la masse fondue et l'on évapore à une douce chal. — Résidu gélatineux.		Si

(175), suite) *Éléments ne donnant pas d'enduits, et difficilement ou non réductibles.*

On attaque par le carbonate de sodium en fusion av. addition de petites quantités de nitre.	Masse fondue jaune.	On la dissout dans l'eau, on acidule la solut. claire par ac. acétique et on la fait absorber par des bandes étroites papier Berzelius	Acétate de plomb produit sur le papier tache jaune, nitrate mercurique tache rouge, et le nitrate d'argent tache rouge-brun. Chauffée avec l'eau régale ou le chlorure stanneux, la masse fondue donne solut. verte. Perle de borax : vert émeraude en (4), (5) ou (6).	Cr
			Nitrate d'argent produit tache jaune. La solution de la masse fondue dans l'eau régale est d'un jaune-brun, et passe au bleu par chlorure stanneux. Perle de borax : jaune-vert en (4) ; verte en (6).	V
	Masse f. verte.	Elle donne avec l'eau solut. verte, se colorant en rouge par ac. acétique et se décolorant ensuite. Perle de borax : couleur améthyste en (4), incolore en (6).		Mn

Si les essais précédents n'ont pas donné de résultat, il reste à faire les expériences suivantes :

On fond l'essai avec du bisulfate de potassium, puis on broie la masse avec qqs grains de carbonate de sodium et qqs gouttes d'eau et on fait absorber la solut. par une bande de papier. Ac. acétique et ferrocy. produisent tache jaune. Perle de borax : jaune en (4) ; verte en (6) surtout après add. de chlorure stanneux ; ces col. ressemblent à celle que donne le fer, mais s'en distinguent en ce que la perle d'urane émet à chaud une lumière vert-bleuâtre, analogue à la teinte de fluorescence du verre d'urane. Les perles de borax du plomb, de l'acide stannique et de qqs autres composés produisent un phénomène lumineux analogue, mais ne présentent pas la coloration de la perle d'urane. — U

Recherche du soufre. — L'essai réduit avec du carbonate sodique sur la baguette de charbon, est placé sur une lame d'argent et humecté d'eau : la formation d'une tache brune ou noire indique la présence du soufre ; toutefois cette réaction n'est caractéristique que si l'on s'est assuré, d'après la table 135, de l'absence du sélénium et du tellure, qui produisent une tache semblable sur l'argent.

Recherche du phosphore. — L'essai parfaitement sec est chauffé dans le tube avec un morceau de magnésium ou de sodium, et la masse est humectée d'eau ; le développement de l'odeur très-caractéristique de l'hydrogène phosphoré indique la présence du phosphore.

Si l'essai ne contient pas d'élément donnant un enduit, on peut reconnaître les phosphates en le fondant au fil de platine dans la zone (5), avec du borax et un petit morceau de fil de fer très-fin ; il se produit un globule blanc de fer phosphoré-gnétique.

Section III. — Analyse spectrale.

(180) *Méthode pour rendre les descriptions des spectres comparables.*

Cette méthode consiste à convertir à l'aide d'une table, ou mieux d'une courbe, les nombres lus sur l'échelle du spectroscope (numéros) en longueurs d'onde (λ). Pour construire la courbe de correspondance des numéros aux λ, courbe différente pour chaque instrument, on se procurera du papier quadrillé, et l'on marquera sur une ligne horizontale la position d'un certain nombre de raies bien caractéristiques; chaque millimètre représentera par exemple une division du micromètre. Cela fait, on cherchera dans les tables suivantes les λ correspondant aux raies enregistrées et l'on marquera ces λ de la même manière sur une ligne verticale, chaque millimètre pourra représenter une variation de 2 millionièmes de millimètre dans la longueur d'onde (2,0 dans nos tables). On indiquera par un point l'intersection des lignes horizontale et verticale correspondant au λ et au numéro de chaque raie, puis on réunira tous les points par une courbe continue.

Voici quelles sont les sources de lumière qui permettent de construire la courbe avec une précision suffisante : étincelle de la bobine ou mieux de la bouteille de Leyde éclatant dans l'air entre des pôles de platine; étincelle éclatant entre des pôles de zinc; de zinc mouillé de mercure; d'étain; de cuivre; flamme colorée par des sels de sodium, de thallium, de potassium et de lithium.

Dans les tables suivantes, qui ne contiennent que les principales raies des éléments, *g* indique la gauche d'une bande dégradée vers la droite, c'est-à-dire vers le violet; *d*, la droite d'une bande dégradée vers la gauche; *m*, le milieu d'une bande diffuse; δ = diffuse; δδ = très-diffuse; *f* = faible; ! = vive; !! = très-vive, etc.

On se rappellera que les limites des diverses couleurs occupent dans le spectre les positions suivantes :

Limites	Couleur	Limites	Couleur
723–647	Rouge.	492–455	Bleu.
647–585	Orangé.	455–424	Indigo.
585–575	Jaune.	424–397	Violet.
575–492	Vert.	397–	Ultra-violet.

(181) *Raies caractéristiques en λ.*

AIR. — *Étincelle.*					
		617,1 !	O	553,4	Az
		594,2 !	Az	549,5 !	Az
660,2	Az	593,2	Az	521,0 *f*	O
656,2 !!	H	567,8 !!!	Az	517,7 !	Az
648,0	Az	566,6	Az	504,5 !	Az

502,5 Az
500,3 !!! double Az
494,1 *f* O
492,4 *f* O
490,6 *f* O
486,1 ! *m* H
480,2 Az
478.8 Az
477,9 Az
470,6 O
469,8 O
464,9 O
464,4 ! Az
463,0 ! Az
462,1 Az
461,3 Az
460,7 Az
446,7 O
444,7 Az
Bande δδ
441,8 O
441,4 O
436,8 δ O
434,8 ! O
434,0 *m* δδ H
431,8 O
423,0 *m* δδ O
419,0 δ O
418,4 δ O
411,9 O
410,1 *m f* δ H
408,0 triple O
404,0 *m* δδ Az
399,5 Az

ALUMINIUM.—*Étincelle. Bouteille de Leyde.*

624,4
623,4
572,2 !
569,5 !
505,6 !
466,2 !
396,1
394,4
Avec *la bobine seule*, bandes cannelées, dégradées à gauche.

508 *d* !
484,5 *d* !

ANTIMOINE.—*Étincelle. Bouteille de Leyde.*

630,1
612,9 !
607,8 !
600,3 !!
591,0
589,4
563,8
556,7
546,3
471,1 !
435,2

ARGENT.

Étincelle dans les solutions d'azotate.

546,4 !!!
520,7 !!

ARSENIC —*Étincelle. Bouteille de Leyde.*

616,9 !
611,0 !
602,1 *f*
565,1 !
555,8 !
549,8
533,2

AZOTE. — *Étincelle. Bouteille de Leyde.*

(Voir AIR).
Étincelle à faible distance ou dans le gaz raréfié : Bandes dans l'orangé, le bleu et le violet.

678,6 *g*
670,1 *g*
662,2 *g*
654,2 *g*
646,5 *g*
639,2 *g*
632,1 *g* !
624,9 *g* !
618,3 *g*
612,5 *g*
606,6 *g*
601,2 *g*
595,7 *g*
590,5 *g*
585,3 *g* !
580,2 *g* !
575,2 *g* !
544,2
540,6 *g*
537,2 *g*
534,0 *g*
.....
497,2 *g*
491,9 *g*
481,3 *g*
472,2 *g*
466,6 *g*
464,9 *g*
457,4 *g*
448,9 *g* !
441,7 *g*
434,6 *g* !!!
427,1 *g* !!
420,3 *g* !
414,4 *g*
409,8 *g*
406,3 *g*
400,2 *g*
395,2 *g*
En outre : *pôle négatif.*
522,7 *g* cannelée
470,9 *g* ! id.
428,1 *g* !! id.

BARYUM.

Étincelle dans les solutions salines.

553,5 !
531,2
524,2 *m* !!!
513,6 *m* !!

493,2
455,6

En solutions étendues ou dans la flamme 553,5 !!! et des bandes ombrées vers la gauche et dues à l'oxyde.

Principales :

603,1 *d*
586,6 *d*
549,2 *d*

BISMUTH. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

612,9 !
605,7 !
586,2 !
581,6
571,7
545,0 !
527,0 !!
520,8 !!
514,4 !!!
512,4 !!
499,3 !
472,2 !!!
456,0
430,0
425,9

Étincelle dans les solutions.

555,2 !
520,8
472,2 !!!
411,8

BORE.

Étincelle dans les composés haloïdes.

581,0 env.

Acide borique dans la flamme.

548,0 !! *m*
519,2 bande δ *m*
494,0 bande δ *m*

BROME.

Étincelle dans la vapeur.

635,6
614,7
582,6 !
530,4
524,0 !
518,3 !
506,0
493,0
481,5 !
478,7 !
470,4
436,5

Par absorption, bandes dégradées vers la gauche.

CADMIUM.

Étincelle dans les solutions salines.

643,8
508,5 !!!
479,9 !!
467,7

CALCIUM.

Étincelle dans les solutions salines.

626,5
620,2 !!!
618,1 !!!
593,3
554,3 *m* !
551,7 *m* !
422,6

Le chlorure de calcium *dans les flammes* donne à peu près le même spectre.

CARBONE.

Selon Angström, les seules raies du carbone sont les suivantes qu'on obtient, avec les raies de l'oxygène, au moyen d'une forte *étincelle* éclatant dans l'*acide carbonique.*

658,3 !
657,7 !!
.....
564,6
.....
514,4
426,6 !!!

Les bandes ombrées à droite de la base des flammes carbonées et de l'étincelle dans les hydrocarbures (bandes du carbone d'Attfield et Morren) seraient dues selon Angström à l'*acétylène :* en voici les positions :

618,7
611,9
605,6
.....
563,3 !! *g*
558,3 ! *g*
553,8 *g*
516,4 !!! *g*
512,8 !! *g*
509,8 *g*
473,6 ! *g*
471,4 *g*
431,1 *g* !

Enfin les tubes de Geissler remplis d'*oxyde de carbone* donnent les bandes suivantes :

607,8 *g*
560,7 !! *g*
519,7 ! *g*
483,4 *g*
450,9 *g*

Cérium.

Fortes étincelles éclatant sur le chlorure.

551,1
540,9
539,2
535,2 !
527,3 !
471,3
462,8 !
457,3 !
456,2 !! double
452,7 !! double
447,1
446,0 !
441,9
439,1
429,6
428,9 .....

Césium.

Sels dans la flamme.

621,9
600,7
459,7 !!
456,0 !!!

Chlore.

Étincelle dans le gaz.

610,7 !
546,0 !
544,5 !
542,3 !!
539,0 !
521,6 !!! δ
510,2 !
507,9 !
491,8 doub., la seconde.
489,6
482
481
479,3
457,3 δ

Chrome.

Étincelle dans les solutions salines.

520,5 !!
429,0
427,5
425,5 !

Cobalt.

Étincelle dans les solutions salines.

548,3
535,3 !!!
534,0 !!!
527,9
526,5 !!
521,2 !
486,8 !!
484,0
453,3
411,9

Cuivre. — *Étincelle. Bouteille de Leyde.*

638,0
578,1
570,0 !
529,2
521,7 !!!
515,3 !!
510,5 !
.....
465,1 !

L'étincelle dans les solutions salines donne surtout

521,7 !!!
510,5 !!

Le *chlorure dans le gaz* donne de belles bandes bleues à double dégradation vers la gauche, avec

550,6 !!!
543,9 !
538,5 !!
526,0 *d* !

Didyme.

(Voyez Lanthane.)

Erbium.

Fortes étincelles dans la solution de chlorure.

622,1 !
615,8
600,4
598,25 !
558,75
555,5 !
547,6 !
535,2
533,4
478,58

Fer.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

537,0
532,6 !!!
526,7 !!!
523,1 !!!
519,2
516,8
513,9
495,9 !!
492,3 !!
489,1
440,6 !
438,3 !

Étain.

Étincelles fortes dans solutions concentrées.

645
579,8
563,1 !
.....
452,6 !!

Avec la *bouteille de Leyde*, les raies suivantes gagnent beaucoup en éclat.

558,9
556,1

De même avec le métal.

Fluor.

Étincelle dans les composés volatils du fluor.

692 env.
686 ! env.
678 env.
640
623

Gallium.

Etincelle dans les solutions de chlorure.

417 !
403,1

Glucinium.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

457,2
448,8

Hydrogène. (Voy. air.)

Indium.

Sels dans la flamme ou étincelle dans les solutions.

451,1 !!!
410,1 !!

Iode.

Étincelle dans la vapeur.

607,8
595,2 !
579
576
573,8
571,1
568,5 double.
562,4
549,4 !
546,1 !
543,3 !
540,3 !
534,4 !
533,6 !
524,3
516,2
.....

Par absorption, bandes dégradées vers la gauche, du rouge au bleu.

Iridium et Ruthénium.

634,7 }
544,9 } ?
529,9

Lanthane et Didyme.

Fortes étincelles dans les chlorures.

545,4 *f* La
530,3 *f* La
518,7 La
518,2 La !
512,95 Di *f*
494,4 Di
492,1 La !
490,1 Di
489,9 La !
488,25 Di
469,1 La
466,3 La !
466,1 La
465,4 La
462,0 La
457,95 La !
455,75 La !
452,5 La !
443,0 La
438,25 La !
435,4 La !
433,0 La !
429,5 La !
428,6 La !
426,8 La
419,6 La
415,15 La
412,1 La
408,16 La
407,65 La

Lithium.

Sels dans la flamme.

670,5 !!!!
610,2

Étincelle dans les solutions salines.

670,6 !
610,2 !!
460,4

Magnésium.

Étincelle dans les solutions salines.

518,3 !!
517,2 !
516,7 !

En outre avec le métal :

448,3

Manganèse.

Étincelles courtes dans la solution du chlorure.

601,8 ! triple
558,7
533,9
482,3 !!!
478,3 !!
475,5 !!
446,2
403

Les *étincelles plus longues* donnent en outre de belles bandes dégradées à gauche. Les plus visibles sont:

558,7 !! *d*
536,0 ! *d*

On obtient les mêmes bandes *dans le gaz* avec traces de

403

MERCURE.

Étincelles dans les solutions ou sur le métal.

578,9 !
576,8 !
546,0 !!!
491,6 *f*
435,7 !!
407,8
404,7

MOLYBDÈNE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

602,9 !
588,7 !
585,7
556,9 !
553,1 !
550,5

NICKEL.

Étincelle dans les solutions salines.

547,6 !!!
.....
508,1 !!
503,6
501,7
498,4
486,7
471,5 !
440,1

OR.

Étincelle assez courte dans le chlorure concentré.

627,8 !!
583,6 !!!
565,8
523,0 !
506,3
479,3 !

Avec *forte étincelle.*
479,3 !!!

Le chlorure d'or *dans le gaz* donne de belles bandes dégradées à gauche, dont les plus visibles sont
530,0 !! *d*
520,0 ! *d*

OSMIUM. — Étincelle.

.....
442,2
.....

OXYGÈNE. (Voy. AIR.)

PALLADIUM.

Étincelle dans la solution de chlorure.

569,6
566,8
554,7 !
539,3
529,4 !!!
516,5 !!
511,4 double
421,4

PHOSPHORE.

Étincelle dans la vapeur.

604,6 !!
602,5 !!
.....
549,8
542,0 !
.....
524,8 !
460,2
458,9

L'*hydrogène* entraînant des traces de phosphore brûle avec une flamme dont le noyau vert fournit les bandes
560,5 ! *m δ*
526,3 !!! *m δ*
510,6 !! *m δ*

PLATINE.

Étincelle assez courte dans le chlorure.

547,6 !!!
539,0
530,2 !!
522,8 !
505,9 !
455,4
444,2

Dans le gaz le chlorure de platine donne de belles bandes pendant un instant.

PLOMB.

Étincelle dans l'azotate concentré.

600,1
520,1
500,3 !!
405,6 !!!

Avec le métal et la *bouteille de Leyde*, on a en outre :
560,7 !!
438,6 !!
424,6 !!

POTASSIUM.

Sels dans la flamme.

768,0 double !!!
404,5

A une très-haute température ou avec l'étincelle et le *sel fondu*, on a en outre
694,6
583,1 !!
580,1 !
578,3
535,5 !

533,6 !
531,9

RUBIDIUM.

Sels dans la flamme.

780,0
629,7
421,6 !!
420,2 !!!

SÉLÉNIUM.

Étincelle dans la vapeur.

530,5 !!
522,5 !
517,3 !
514,1 !
509,6
506,8
499,5
484,0 double.

SILICIUM.

Étincelle entre des pôles de silicium.

636,5 !
634 !!
598 !
595,9
505,6
504

SODIUM.

Sels dans la flamme ou l'étincelle.

589,5 } !!!!
588,9 }

L'étincelle avec le *sel fondu* ou le métal donne en outre :

615,6 double.
568,7 !! double.
498,2 double.

SOUFRE.

Étincelle dans la vapeur.

566,7
564
561
550,9 !
545 !!
543,1 !!
542,7 !!
534,3
532
502,7 ! double.
501,3
499,3 ! double.
492,6
.....

A une *faible pression, l'étincelle* donne des bandes dégradées vers la gauche ; les plus brillantes sont :

524,8 *d*
519,2 *d*
508,9 *d*
503,7 *d*
484,2 *d*
465,1 *d*
460,7 *d*
448 *d* milieu.
....

STRONTIUM.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

662,7 *g* !
649,7 *g*
636,4 *g* !!
624,3 *gδ*
605,8 *d* !!!
603,1 *mδ* !
460,7 !
421,5

Dans la *flamme,* le chlorure de strontium donne le même spectre avec

460,7 !!

et s'il y a beaucoup de chlorure non décomposé,

635,0 *m* !!!

TANTALE ?

TELLURE.

Fortes étincelles dans la vapeur.

643,7 !
597,3 !
593,5
575,5 !
570,7 !
564,7 !
544,7
521,7

THALLIUM.

Étincelle ou flamme.

534,9 !!!!

Dans la flamme, on a en outre :

568,0 traces.

THORIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

439,2 !
438,1 !
428,1 !
427,7

TITANE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

625,7
597,8
596,5
595,2
589,9
586,5
567,4
566,1
564,3
551,3
551,2
533,7
529,7
528,3
522,3
520,9
...

519,2
512,9
512,0
506,4
503,6
501,3
500,7
499,9
499,0
498,1
488,4
480,4
475,8 double.
465,6
463,9
457,1
454,9
453,6
453,2
452,6
450,1
446,8
444,3
442,7
439,3,
Etc.

TUNGSTÈNE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

561,3 !
549,1
522,3 !
505,3 !
488,7
484,2 !

URANIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

552,7
549,3
548,1
547,9
547,7
547,4
454,3 *f*
447,2
436,2
434,0

VANADIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

611,9
608,9
603,9
572,5
569,7 *f*
445,9 *f*
440,7
438,9 *f*
438,4
437,9

YTTRIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

619,05 !
613,1 !
600,25
598,65 !
597,05 !
566,2 !
552,65
549,6 !
546,6
540,2 !
520,5 !
519,95 !
512,25
508,75 !
490,0 !
488,1 !
485,4 !
478,5 *f*
464,3
442,2
437,4 !
430,9 !
417,65

ZINC.

Étincelles dans les solutions salines.

636,1 !!
481,0 !!!
472,1 !
468,0

Entre des pôles de *métal*, on a en outre :

610,2 !!
602,3
492,4 ! δ
491,1 ! δ

ZIRCONIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

614,0
612,7
481,5
477,1
473,8
470,9
468,6
...
415,5 *f*
414,9 *f*

RAIES DU SPECTRE SOLAIRE (FRAUNHOFER).

A 760,1 ; *a* 718,5 ; B 686,7 ; C 656,2 ; D_1 589,5 ; D_2 588,9 ; E 526,9 ; b_1 518,3 ; b_2 517,2 ; b_3 516,7 ; F 486,06 ; G 430,7 ; *h* 410,1 ; H_1 396,8 ; H_2 393,3.

Section IV. — Analyse des gaz.

(182) *Quelques réactions des gaz applicables à leur séparation.*

Oxygène..............	Absorbé par les pyrogallates alcalins, le phosphore et le chlorure cuivreux.
Chlore................	Soluble dans l'eau. Absorbé par le mercure.
Azote.................	Insoluble dans les dissolvants. S'unit au rouge, au titane, au magnésium, etc.
Acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydr.	Absorbés par l'eau, la potasse, ou le borax pulvérulent.
Hydrogène sulfuré......	Soluble dans l'eau, la potasse. Absorbé par le sulfate de cuivre ou l'acétate de plomb humide. Attaqué par le brome et par l'acide sulfurique concentré.
Acide sulfureux.........	Très-soluble dans l'eau. Absorbé par la potasse ou le bioxyde de plomb sec.
Ammoniaque...........	Très-soluble dans l'eau. La solution bouillante perd tout son gaz.
Méthylamine, éthylamine.	Comme l'ammoniaque.
Cyanogène.............	L'eau en absorbe 4 1/2 vol. l'alcool 23 vol. Se combine à chaud avec le potassium.
Protoxyde d'azote.......	Détone avec son vol. d'hydrogène et fournit son vol. d'azote; soluble dans l'alcool.
Bioxyde d'azote.........	Soluble dans le brome et très-peu soluble dans l'acide sulfurique. Absorbé par la solution de sulfate ferreux.
Hydrogène phosphoré....	Absorbé lentement par les solutions de sulfate de cuivre. Attaqué par le brome et l'acide sulfurique fumant.
Acide carbonique.......	Soluble dans l'eau. Absorbé par la potasse ou par la chaux sodée.
Sulfure de carbone......	Absorbé par la potasse imbibée d'alcool.
Acide cyanhydrique.....	Absorbé par l'oxyde de mercure.
Chlorure de cyanogène...	L'eau en dissout 25 volumes, l'alcool davantage. Absorbé par la potasse.
Chlorure de méthyle.....	Soluble dans 1/4 de son volume d'eau. Très-soluble dans l'alcool.
Éther méthylique........	L'eau en absorbe 32 vol. à 10°; très-soluble dans l'alcool. Sol. dans l'ac. sulfurique.
Hydrogène silicé........	1 vol. donne avec potas. 4 vol. d'hydrogène.
Fluorure de silicium....	Absorbé par l'eau avec dépôt de silice gélatineuse.
Chlorure de bore........	Absorbé par l'eau et la potasse.
Fluorure de bore.......	Absorbé par l'eau et la potasse. Carbonise le papier; colore les flammes en vert.

(183) *Caractères eudiométriques de quelques gaz carbonés* (Berthelot).

Noms des gaz. (1 volume.)	O consommé.	CO^2 produit.	Contraction après absorpt. de CO^2	Alcool absolu.	Cu^2Cl^2 ammoniacal.	Brome.	Acide sulfurique. Ordinaire.	Acide sulfurique. Fumant.	Eau.
Hydrogène....	1/2	»	1 1/2	insoluble.	insoluble	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insol.
Oxyde de carbone [1].......	1/2	1	1 1/2	insoluble.	diss. 20 v. de gaz.	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insol.
Gaz des Marais (Méthane)....	2	1	3	diss. 1/2 vol. de gaz	très-peu soluble.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	dis. 1/25 de vol.
Éthane	3 1/2	2	4 1/2	diss 1 1/2 v.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-p. s
Propane.......	5	3	6	dis. 6 vol.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-p. s.
Butane........	6 1/2	4	7 1/2	très-sol.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-p. s.
Éthylène.... ..	3	2	4	ass. sol.	ass. sol.	absorbe.	ab. t.-lent.	absorbe.	peu sol.
Propylène......	4 1/2	3	5 1/2	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Butylène..	6	4	7	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Amylène (Vap.).	7 1/2	5	8 1/2	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Acétylène......	2 1/2	2	3 1/2	dis. 6 vol. de gaz	abs., précipité rouge	absorbe.	abs. lent.	absorbe.	soluble (1 v.).
Allylène	4	3	5	très-sol.	abs. pr. j.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	soluble.
Alcool (Vap.)...	3	2	4	»	soluble.	très-sol.	très-sol.	très-sol.	très-sol.
Ether (Vap.)....	6	4	7	très-sol.	soluble.	soluble.	soluble.	soluble.	soluble.
Benzine (Vap.) [2].	7 1/2	6	8 1/2	soluble.	»	»	»	soluble.	insol.

[1] Très-lentement soluble dans les alcalis (Formiates).
[2] Absorbé par l'acide nitrique fumant (Nitrobenzine).

Section V. — Analyse quantitative.

(184) *Facteurs pour le calcul des analyses.*

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 127 A.	Fact. § 127 B.
Aluminium	Alumine Al^2O^3	Al^2	0,53399	0,53004
Ammonium	Chlorure d'ammonium AzH^4Cl	AzH^3	31857	31866
	Chloroplatinate d'ammonium $(AzH^4)^2PtCl^6$	AzH^3	07646	07687
	Platine Pt	AzH^3	17303	17509
Antimoine	Oxyde d'antimoine Sb^2O^3	Sb^2	83366	83321
	Antimoniate d'antimoine Sb^2O^4	Sb^2	78986	78933
	Sulfure d'antimoine Sb^2S^3	Sb^2	71428	71373
Argent	Chlorure d'argent AgCl	Ag	75271	75271
	Cyanure d'argent AgCAz	Ag	80560	80560
	Oxyde d'argent Ag^2O	Ag^2	93099	93099
	Sulfure d'argent Ag^2S	Ag^2	87063	87068
Arsenic	Anhydride arsénieux As^2O^3	As^2	75757	75779
	Anhydride arsénique As^2O^5	As^2	65217	65244
	— — As^2O^5	As^2O^3	86087	86097
	Sulfure d'arsenic As^2S^3	As^2	60919	60959
	— — As^2S^3	As^2O^3	80414	80443
	Arséniate ammoniaco-magnés. $Mg,AzH^4AsO^4 + 1/2H^2O$	1/2 As^2O^5	60512	60412
Azote	Chloroplatinate d'ammonium $(AzH^4)^2PtCl^6$	Az^2	06300	06332
	Platine Pt	Az^2	14257	14421
	Anhydride azotique Az^2O^5	Az^2	25986	25987
Baryum	Baryte BaO	Ba	89556	89556
	Sulfate de baryum $BaSO^4$	Ba	58814	58819

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 127 A.	Fact. § 127 B.
Baryum	Sulfate de baryum $BaSO^4$	BaO	0,65673	0,65678
	Carbonate de baryum $BaCO^3$	Ba	69574	69575
	— — $BaCO^3$	BaO	77688	77688
	Fluosilicate de baryum $BaSiFl^6$	BaO	54871	54731
Bismuth	Oxyde de bismuth Bi^2O^3	Bi^2	89743	89656
	Chromate de bismuth $(BiO)^2Cr^2O^7$	Bi^2O^3	69976	69854
Bore	Acide borique Bo^2O^3	Bo^2	31428	31286
	Fluoborate de potassium $BoKFl^4$	1/2 Bo^2O^3	27748	27613
Brome	Bromure d'argent $AgBr$	Br	42554	42557
Cadmium	Oxyde de cadmium CdO	Cd	87500	87498
	Sulfure de cadmium CdS	Cd	77737	77742
Calcium	Chaux CaO	Ca	71428	71434
	Sulfate de calcium $CaSO^4$	Ca	29395	29404
	— — $CaSO^4$	CaO	41154	41163
	Carbonate de calcium $CaCO^3$	Ca	40000	40006
	— — $CaCO^3$	CaO	56000	56004
Carbone	Anhydride carbonique CO^2	C	27273	27273
	Carbonate de calcium $CaCO^3$	CO^2	44000	43995
	Carbonate de baryum $BaCO^3$	CO^2	22312	22312
Chlore	Chlorure d'argent $AgCl$	Cl	24728	24729
	— — $AgCl$	HCl	25425	25428
	— — $AgCl$	1/2 Cl^2O^5	52625	52625
Chrome	Oxyde de chrome Cr^2O^3	Cr^2	68587	68475
	Anhydride chromique CrO^3	Cr	52191	52062
	Oxyde de chrome Cr^2O^3	$2CrO^3$	1,31413	1,31525
	Chromate de plomb $PbCrO^4$	CrO^3	0,31053	0,30996
Cobalt	Oxyde de cobalt CoO	Co	78667	0,78594
	Cobalt Co	CoO	1,27119	1,27235
	Sulfate de cobalt $CoSO^4$	Co	0,38046	0,37948

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 127 A.	Fact. § 127 B.
Cobalt	Sulfate de cobalt $CoSO^4$	CoO	0,48364	0,48284
	Azotite de cobalt et de potassium $Co^2O(AzO^2)^4, 6KAzO^2 + 2H^2O$	CoO	17336	17288
Cuivre	Oxyde cuivrique CuO	Cu	79874	79864
	Oxyde cuivreux Cu^2O	Cu^2	88811	88805
	Sulfure cuivreux Cu^2S	Cu^2	79836	79834
Cyanogène	Cyanure d'argent $AgCAz$	CAz	19439	19440
Étain	Oxyde stanneux SnO	Sn	88060	88028
	Oxyde stannique SnO^2	Sn	78667	78616
Fer	Oxyde ferreux FeO	Fe	77778	77784
	Oxyde ferrique Fe^2O^3	Fe^2	70000	70007
	— — Fe^2O^3	$2FeO$	90000	90002
	Sulfure de fer FeS	Fe	63582	63604
Fluor	Fluorure de calcium $CaFl^2$	Fl^2	48718	48853
Hydrogène	Eau H^2O	H^2	11111	11136
Iode	Iodure d'argent AgI	I	54029	54031
	Iodure de palladium PdI^2	I^2	70413	70441
Lithium	Lithine anhydre Li^2O	Li^2	46745	46765
	Phosphate de lithium Li^3PO^4	Li^3	18153	18156
Magnésium	Magnésie MgO	Mg	60000	60358
	Sulfate de magnésium $MgSO^4$	MgO	33313	33516
	Pyrophosphate de magnésium $Mg^2P^2O^7$	Mg^2	21622	21868
	— — $Mg^2P^2O^7$	$2MgO$	36036	36231
Manganèse	Oxyde manganeux MnO	Mn	77528	77445
	Oxyde manganoso-manganique Mn^3O^4	$3Mn$	72125	72029
	— — — Mn^3O^4	$3MnO$	93031	93007
	Sulfure de manganèse MnS	MnO	81581	81539
Mercure	Mercure Hg	HgO	1,08000	1,07988
	Oxyde mercurique HgO	Hg	0,92593	0,92603

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 127 A.	Fact. § 127 B.
Mercure	Sulfure mercurique HgS	Hg	0,86179	0,86202
	Chlorure mercureux Hg^2Cl^2	Hg^2	84941	84962
Molybdène	Oxyde de molybdène MoO^3	Mo	75000	75027
Nickel	Oxyde de nickel NiO	Ni	78667	78594
	Sulfate de nickel $NiSO^4$	Ni	38046	37948
	— — $NiSO^4$	NiO	48364	48284
Phosphore	Anhydride phosphorique P^2O^5	P^2	43662	43692
	Pyrophosphate de magnésium $Mg^2P^2O^7$	P^2	27928	27862
	— — $Mg^2P^2O^7$	P^2O^5	63964	63769
	Phosphate d'argent Ag^3PO^4	$1/2\ P^2O^5$	16954	16981
	Pyrophosphate d'argent $Ag^4P^2O^7$	P^2O^5	23443	23453
	Pyrophosphate d'uranyle $(UO)^4P^2O^7$	P^2O^5	19777	19763
Plomb	Chlorure de plomb $PbCl^2$	Pb	74476	74474
	— — $PbCl^2$	PbO	80235	80233
	Oxyde de plomb PbO	Pb	92823	92822
	Sulfure de plomb PbS	PbO	93273	93279
	Sulfate de plomb $PbSO^4$	Pb	68291	69293
	— — $PbSO^4$	PbO	73572	73575
Potassium	Chlorure de potassium KCl	K	52467	52460
	— — KCl	$1/2\ K^2O$	63192	63185
	Chloroplatinate de potassium K^2PtCl^6	K^2	16039	16109
	— — K^2PtCl^6	$2KCl$	30570	30707
	Platine (du chloroplatinate) Pt	K^2	39733	40231
	Potasse anhydre K^2O	K^2	83028	83025
	Azotate de potassium $KAzO^3$	$1/2K^2O$	46587	46581
	Sulfate de potassium K^2SO^4	K^2	44895	44893
	— — K^2SO^4	K^2O	54072	54072
Silicium	Silice SiO^2	Si	46667	46729
	Fluosilicate de potassium K^2SiFl^6	H^2SiFl^6	65374	65493

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 127 A.	Fact. § 127 B.
Sodium	Chlorure de sodium NaCl	Na	0,39390	0,39404
	— — NaCl	$1/2Na^2O$	53066	53075
	Soude anhydre Na^2O	Na^2	74229	74241
	Sulfate de sodium Na^2SO^4	Na^2	32418	32435
	— — Na^2SO^4	Na^2O	43676	43689
	Carbonate de sodium Na^2CO^3	Na^2	43442	43458
	— — Na^2CO^3	Na^2O	58524	58536
Soufre	Sulfate de baryum $BaSO^4$	S	13750	13744
	— — $BaSO^4$	SO^3	34326	34322
	— — $BaSO^4$	H^2SO^4	42043	42041
	Sulfure d'arsenic As^2S^3	S^3	39080	39041
	— — As^2S^3	$3H^2S$	41517	41483
	Anhydride sulfurique SO^3	SO^2	80019	80015
	— — SO^3	S	40056	40045
	Acide sulfurique H^2SO^4	SO^3	81647	81640
Strontium	Strontiane SrO	Sr	84541	84544
	Sulfate de strontium $SrSO^4$	Sr	47664	47674
	— — $SrSO^4$	SrO	56380	56389
	Carbonate de strontium $SrCO^3$	SrO	70169	70173
Thallium	Iodure thalleux TlI	Tl	61659	61682
	Chloroplatinate de Thallium Tl^2PtCl^6	Tl^2	49894	50054
Titane	Anhydride titanique TiO^2	Ti	60976	61154
Tungstène	Anhydride tungstique TuO^3	Tu	79310	79316
Urane	Oxyde uraneux UO	U	88235	88253
	Oxyde uranoso-uranique U^3O^4	U^3	84906	84927
Vanadium	Anhydride vanadique V^2O^5	V^2	56188	56154
Zinc	Oxyde de zinc ZnO	Zn	80247	80342
	Sulfure de zinc ZnS	Zn	66958	67102
	— — ZnS	ZnO	83441	83520

(185) *Facteurs pour analyses de chimie biologique.*

Corps trouvé.	Corps cherché.	Facteur.	Logarithme.
Platine Pt..................	urée	0,3050	$\bar{1}$,48430
Chloroplatinate d'ammonium $2AzH^4Cl.PtCl^4$............	urée	0,1347	12937
Carbonate de baryum $BaCO^3$	urée	0,3047	48387
Chlorure de zinc et de créatinine $(C^4H^7Az^3O)^2,ZnCl^2$..	créatinine	0,6247	79567
Fer Fe....................	hémoglobine	232,5	2,36642

(186) *Calcul des analyses organiques.*

Poids de l'eau divisé par 9 ou multiplié par 0,1111 = hydrogène;

Poids de l'acide carbonique multiplié par $\frac{3}{11}$ ou par 0,2727 = carbone.

Nota. — Le chlorure de calcium doit être absolument neutre; la potasse du tube de Liebig doit avoir pour densité 1,45.

(187) *Dosage de l'azote en volume.*

Soit V le volume de l'azote mesuré à la pression p et à la température t de la cuve à eau ; m la tension maxima de la vapeur d'eau à la température t (table 28), g le poids de 1 cent. cube d'azote = $0^{gr},0012562$[1]; on a pour le poids de l'azote :

$$\frac{V(p-m)}{760(1+0,00367\,t)}\,g, \text{ ou } = V(p-m)\,n.$$

(188) *Table des valeurs de n.* (Voyez le § 187.)

t^0	n	t^0	n	t^0	n
	0,00000		0,00000		0,00000
0°	16529	11°	15888	22°	15294
1	16468	12	15832	23	15242
2	16409	13	15776	24	15191
3	16349	14	15721	25	15140
4	16290	15	15667	26	15089
5	16231	16	15612	27	15039
6	16173	17	15558	28	14989
7	16115	18	15505	29	14939
8	16057	19	15452	30	14890
9	16000	20	15399	31	14841
10	15944	21	15346	32	14792

1. Cette valeur doit être portée à 0,00125647 (Crafts).

(189) *Table pour le calcul des dosages d'azote* (DIETRICH).

Cette table donne le poids en milligrammes d'un centimètre cube d'azote mesuré sur l'eau, d'après la formule (voyez table **187**) :

$$a = \frac{(p - m)\, g}{760\,(1 + 0{,}00367\, t)}.$$

En multipliant par V la valeur de a correspondant à p et t, on a le poids d'azote.

Cette table est calculée avec des constantes numériques différant très légèrement de celles de la table **188**.

t	740	742	744	746	748	750	752	754
10	1,1657	1,1689	1,1721	1,1753	1,1785	1,1816	1,1848	1,1880
11	1606	1638	1669	1701	1733	1765	1797	1829
12	1554	1566	1618	1649	1681	1713	1744	1776
13	1503	1535	1566	1598	1629	1661	1693	1724
14	1451	1483	1514	1546	1577	1609	1640	1672
15	1399	1431	1462	1493	1525	1556	1587	1619
16	1347	1378	1409	1441	1472	1583	1534	1566
17	1294	1325	1356	1387	1418	1450	1481	1512
18	1240	1271	1302	1333	1364	1395	1427	1458
19	1187	1217	1248	1279	1310	1341	1372	1403
20	1133	1163	1194	1225	1256	1287	1317	1348
21	1078	1109	1139	1170	1201	1231	1262	1293
22	1023	1053	1084	1114	1145	1176	1206	1237
23	0967	0997	1028	1058	1089	1119	1150	1180
24	0940	0940	0971	1001	1032	1062	1092	1123
25	0853	0883	0913	0944	0974	1004	1035	1065

t	756	758	760	762	764	766	768	770
10	1,1912	1,1944	1,1976	1,2008	1,2040	1,2072	1,2104	1,2135
11	1860	1892	1924	1956	1987	2019	2051	2083
12	1808	1839	1871	1903	1934	1966	1998	2029
13	1756	1787	1819	1850	1882	1914	1945	1977
14	1703	1735	1766	1798	1829	1860	1892	1923
15	1650	1681	1713	1744	1775	1807	1838	1869
16	1597	1628	1659	1691	1722	1753	1784	1816
17	1543	1574	1605	1636	1667	1698	1730	1761
18	1489	1520	1551	1582	1613	1644	1675	1706
19	1434	1465	1496	1527	1558	1589	1619	1650
20	1379	1410	1441	1472	1502	1533	1564	1595
21	1324	1354	1385	1416	1446	1477	1508	1538
22	1267	1298	1329	1359	1390	1430	1451	1482
23	1211	1241	1272	1302	1333	1363	1394	1424
24	1153	1183	1214	1244	1275	1305	1335	1366
25	1095	1125	1156	1186	1215	1247	1277	1307

(190) *Suite de la table* **189**, *pour les basses pressions.*

t	724	726	728	730	732	734	736	738
10	1,1402	1,1434	1,1466	1,1497	1,1529	1,1561	1,1593	1,1625
11	1352	1383	1415	1447	1479	1511	1542	1574
12	1301	1333	1364	1396	1428	1459	1491	1523
13	1251	1282	1314	1345	1377	1408	1440	1472
14	1200	1231	1263	1294	1326	1357	1389	1420
15	1149	1180	1211	1243	1274	1305	1337	1368
16	1097	1128	1160	1191	1220	1253	1284	1316
17	1045	1076	1107	1138	1169	1201	1232	1263
18	0992	1023	1054	1085	1116	1147	1178	1209
19	0939	0970	1001	1032	1063	1094	1125	1156
20	0886	0917	0948	0979	1009	1040	1071	1102
21	0832	0863	0894	0924	0955	0986	1016	1047
22	0778	0808	0839	0870	0900	0931	0961	0992
23	0723	0753	0784	0814	0845	0875	0906	0936
24	0670	0697	0728	0758	0788	0819	0849	0879
25	0610	0641	0671	0701	0732	0762	0792	0822

(191) *Formules pour les analyses indirectes.*

POTASSIUM ET SODIUM PAR LES SULFATES.

Soit : P poids des sulfates mélangés,
S poids de l'anhydride sulfurique SO^3 contenu dans P,
K poids du sulfate de potassium contenu dans P,
Na poids du sulfate de sodium contenu dans P :

On a : $K = 5{,}41785\,P - 9{,}61908\,S$. $Na = P - K$

POTASSIUM ET SODIUM PAR LES CHLORURES.

Soit : P poids des chlorures mélangés,
C poids du chlore contenu dans P,
K et Na poids des chlorures respectifs.

On a : $K = 4{,}63485\,P - 7{,}64701\,C$. $Na = P - K$

STRONTIUM ET CALCIUM PAR LES CARBONATES.

Soit : P poids du carbonate mixte,
C poids de l'anhydride carbonique CO^2 contenu dans P,
Ca et Sr poids des carbonates respectifs.

On a : $Sr = 3{,}10537\,P - 7{,}05766\,C$. $Ca = P - Sr$

CHLORE ET BROME.

Soit : P poids du chlorure et bromure d'argent mélangés,
A perte de poids de P après le traitement par le chlore,
Br poids du bromure et Cl poids du chlorure d'argent.

On a : $Br = 4{,}22254\,A$. $Cl = P - Br$

Section VI. — Propriétés des corps.

(192) *Formule et solubilité des principaux composés minéraux.*

La solubilité est indiquée pour l'eau à 15° et à 100°; pour l'alcool, sans signe, vers 15°. Le chiffre donne le poids du sel soluble dans 100 parties de dissolvant. Les chiffres indiqués par les différents observateurs divergent beaucoup ; on a choisi ceux qui semblent mériter le plus de confiance. Aq. = H^2O.

i. veut dire insoluble, insoluble dans ; — sol. ou s. soluble, soluble dans ; — ts. très soluble ; — ps. peu soluble ; — b. bouillant ; — déliq. déliquescent ; — déc. décomposé par le dissolvant ; — amm. ammoniaque ; — ∞ en toutes proportions ; — s. glycérine précédé d'un chiffre, soit 20, indique que 20 p. du corps se dissolvent dans 100 p. de glycérine.

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Alumine.............	Al^2O^3	103	i.	i.	i.	i. ac.; hydr. ts. ac. et potasse.
Bromure d'aluminium.	Al^2Br^6	535	s.	s.		f. 90° ; b. 270°.
Chlorure —	$Al^2Cl^6 + 12$ aq.	484	400	ts.	50 ; b. 75	
— — anh.	Al^2Cl^6	266	déc.	déc.	déc.	volat.
Fluorure —	Al^2Fl^6	169	i.	i.	i.	volat.
Iodure —	$Al^2I^6 + 12$ aq.		i.	i.	i.	s. acides et alcalis.
Nitrate —	$Al^2(AzO^3)^6 + 15$ aq.	697	s.		s.	f. 185°.
Sulfate —	$Al^2(SO^4)^3 + 18$ aq.	677	table 170.		tps.	
Alun d'ammoniaque ..	$Al^2(AzH^4)^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	907	table 170.		i.	
— de potasse......	$Al^2K^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	959	table 170.			— 18 aq. 60° ; anh. r.
— de soude.......	$Al^2Na^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	917	110	ts.		— 24 aq. 50°.
Bromure d'ammonium.	AzH^4Br	98	78	ts.	3	0,11 s. éther.
Carbonate —	$(AzH^4)^3H(CO^3)^2$	175	25	déc.	i. déc.	66 s. eau à 65°.
Chlorate —	AzH^4ClO^3	101	ts.	ts.	ps.	
Chlorure —	AzH^4Cl	53	table 170.		12	20 s. glycérine

Corps.	Formules.	Poids molée.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chromate d'ammon...	$(AzH^4)^2CrO^4$	152	ts.	ts.		
Bi — —	$(AzH^4)^2Cr^2O^7$	253	9	422		
Fluorure —	AzH^4Fl	37	ts.	ts.	ps.	attaque le verre.
Iodure —	AzH^4I	145	165	ts.	25	0,5 s. éther.
Molybdate —	$Mo^7O^{24}(AzH^4)^6 + 4$ aq.		40	déc.		
Nitrate —	AzH^4AzO^3	80	200	ts.	43 ; b. 88	déc. 170°.
Perchlorate —	AzH^4ClO^4	117	20	déc.	ps.	
Phosphate — bibas.	$(AzH^4)^2HPO^4$	132	20	s.	i.	
Phosphomo-lybdate —	$(AzH^4)^3PO^4 + (MoO^3)^{10} + 3/2$ aq.	603	0,06	i.		i. acide nitrique.
Sulfate —	$(AzH^4)^2SO^4$	132	table	170.	i.	f. 140°.
Sulfure —	$(AzH^4)^2S$	68	ts.	ts.	s.	
Sulfocyanate —	$AzH^4.CAzS$	76	105	ts.	s.	f. 159°.
Vanadate —	AzH^4VO^3	117	ps.	ts.		
Oxyde d'antimoine....	Sb^2O^3	292	i.	tps.	i.	s. HCl, KHO et ac. tart.
Anhydr. antimonique.	Sb^2O^5	324	i.	i.	i.	
Acide —	$HSbO^3$	171	tps.	tps.	i.	i. amm.; s. KHO et HCl conc.
Trichlor. d'antimoine.	$SbCl^3$	228	déc.	déc.	i.	f. 73° ; b. 230°.
Penta — —	$SbCl^5$	299	déc.	déc.		liquide, dist. déc.
Protosulfure —	Sb^2S^3	340	i.	i.	i.	
Persulfure —	Sb^2S^5	404	i.	déc.		
Oxyde d'argent......	Ag^2O	232	0,03	tps.	i.	
Arséniate —	Ag^3AsO^4	463	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Bromure —	$AgBr$	188	0,00005	i.	i.	s. amm., KCy, KBr.
Chlorate —	$AgClO^3$	191	20	50	ps.	f. 230°.

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure d'argent....	$AgCl$	143	0,00064	i.	i.	s. amm., KCy, NaCl, HCl, conc. $Na^2S^2O^3$.
Chromate —	Ag^2CrO^4	332	i.	i.	i.	s. amm., AzO^3H.
Cyanure —	$AgCy$	134	i.	i.	i.	s. cyanures et amm., i. AzO^3H.
— d'arg. et potass.	$KAgCy^2$	199	12,5	100	4	
Iodure d'argent......	AgI	235	0,0001	i.	i.	0,04 s. am., s. $AgAzO^3$, KI, KCl, NaCl, KCy, HI.
Nitrate —	$AgAzO^3$	170	table	170.	10, b. 25	f. 198°; s. éth. et glyc.
Nitrite —	$AgAzO^2$	154	0,3	s.		déc. 140°.
Phosphate d'argent...	Ag^3PO^4	419	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Pyrophosph. — ...	$Ag^4P^2O^7$	606	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Sulfate — ...	Ag^2SO^4	312	0,5	1,5	i.	s. AzO^3H.
Sulfite — ...	Ag^2SO^3	296	ps.	déc.	i.	s. amm. et sulfit. alc.
Sulfure — ...	Ag^2S	248	i.	i.	i.	
Acide arsénieux......	As^2O^5	198	op. 1,2	11	0,72	s. HCl et glycérine.
— arsénique......	AsH^3O^4, 1/2 aq.	142	ts.		ts.	— 1/2 aq. 180°.
Anhydr. —	As^2O^5	230	150		ts.	20 s. glycérine.
Bisulfure d'arsenic....	As^2S^2	214	i	i.	i.	s. AmHS.
Tri — —	As^2S^3	246	0,0001	i.	i.	s. AmHS et Amm.
Baryte anhydre.......	BaO	153	déc.	déc.		
— cristallisée....	BaH^2O^2, 8 aq.	315	table	170.	b., 0,9	— 7 aq. vide; f. 78°.
Bioxyde de baryum anh.	BaO^2	169	i.	déc.		
— — hydr.	BaO^2, 8 aq.	313	ps.	ps.	i.	anh. 130°.
Bromure —	$BaBr^2$, 2 aq.	333	130	200	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Carbonate de baryum.	$BaCO^3$	197	0,0016	0,006	i.	
Chlorate —	$BaCl^2O^6$, aq.	322	table	170.	0,22, b., 3	anh. 120°
Chlorure —	$BaCl^2$, 2 aq.	244	table	170.	0,01 ; b. 0,5	10 s. glyc.; anh. 100°.
Chromate —	$BaCrO^4$	253	i.	i.	i.	s. acides.
Fluorure —	$BaFl^2$	175	ps.	ps.	i.	s. HCl, AzO^3H
Fluosilicate —	$BaSiFl^6$	279	0,01	0,02	i.	0,4 s. ac. nitr. dilué.
Iodure —	BaI^2, 2 aq.	427	ts.	ts.	ts.	
Nitrate —	$BaAz^2O^6$	261	table	170.	tps.	
Nitrite —	$BaAz^2O^4$, aq.	247	ts	ts.	1,5	
Perchlorate —	$BaCl^2O^8$, 4 aq.	408	ts.	ts.	ts.	— 2 aq. 100°.
Phosphate de bar. tribas.	$Ba^3(PO^4)^2$	601	i.	i.	i.	s. acides.
— — bibas.	$BaHPO^4$	233	i.	i.	i.	s. acides.
— — acide.	$BaH^4P^2O^8$	331	déc.	déc.	i.	s. acides.
Pyrophosphate de bar.	$Ba^2P^2O^7$	448	ps.	ps.	i.	s. acides.
Sulfate —	$BaSO^4$	233	0,0002		i.	
Sulfhydrate —	BaS^2H^2	203	s.	s.	i.	
Oxyde de bismuth.....	Bi^2O^3	464	i.	i.	i.	
Chlorure —	$BiCl^3$	314	i.	i.		s. HCl.
Nitrate —	$Bi(AzO^3)^3$, 5 aq.	486	déc.	déc.		anh. 80°; s. $AzOH^3$.
— basiq. —	$BiAzO^4$	286	i.	déc.	i.	
Phosphate —	$Bi^3P^2O^8$	820	i.	i.	i.	i. AzO^3H.
Sulfate —	$Bi^2(SO^4)^3$	704	s.		i.	
Acide borique........	BoO^3H^3	62	table	170.	b 25	10 s. glycérine.
Oxyde de cadmium...	CdO	128	i.	i.	i.	2 aq. 100°; anh. 260°.
Bromure —	$CdBr^2$, 4 aq.	344	1 06	ts.	30	0,4 s. éther.
Carbonate —	$CdCO^3$	172	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure de cadmium.	$CdCl^2$, 2 aq.	219	table	170.	ps.	
Iodure —	CdI^2	366	table	170.	102	32 s. éther.
Nitrate —	$Cd(AzO^3)^2$, 4 aq.	308	ts.	ts.	ts.	f. 60° b. 132°, — 3 aq.
Sulfate —	$CdSO^4$, 8 aq.	768	72	s.	i.	— 5 aq. 100°.
Sulfure —	CdS	144	i.	i.	i.	
Oxyde de calc. (chaux)	CaO	56	hydr.	hydr.	i.	
Hydrate de calcium.	CaH^2O^2	74	0,18	0,1	i.	
Arséniate —	$Ca^3As^2O^8$	398	i.	i.		s. acides.
Arsénite —	$CaHAsO^3$	164	0,03	i.	i.	s. acides et sels amm.
Bromure —	$CaBr^2$	200	140	312	s.	
Carbonate —	$CaCo^3$	100	0,001	0,01	i.	
Chlorure —	$CaCl^2$, 6 aq.	219	table	170.	13 b 70	anh. 200°.
Fluorure —	$CaFl^2$	78	0,037		i.	
Fluosilicate —	$CaSiFl^6$	182	i. déc.	déc.	s.	s. acides.
Iodure —	CaI^2	294	200	450	s.	
Nitrate —	$Ca(AzO^3)^2$	164	94	300	s.	s. alcool éthéré.
Phosphate bas. de calc.	$Ca^3P^2O^8$	310	i.	i.	i.	s. acides.
— rétrogradé —	$CaHPO^4$, 2 aq.	172	i.	i.	i.	anh. 120°; s. acides et citrate amm.
— acide —	$CaH^4(PO^4)^2$, aq.	252	s.	s.	déc.	
Sulfate de calcium....	$CaSO^4$, 2 aq.	172	table	170.	i.	anh. 170°.
Sulfate de cérium	$Ce^2(SO^4)^3$	564	8,3	0,5	i.	+ 5, 6, 8, 9 ou 12 aq.
Oxyde de chrome.....	$Cr^2O^6H^6$, 4 aq.	279	i.	i.	i.	— 4 aq. 100° ; s. ac. et alcalis.
Acide chromique......	CrO^3	100	160	ts.	s. froid.	
— chlorochromique	CrO^2Cl^2	155	déc.	déc.	déc.	liq. b. 118°; s. ac. acét.

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure chromeux...	$CrCl^2$	123	ts.	ts.		absorbe l'oxygène.
— chromique..	Cr^2Cl^6, 12 aq.	534	s.	s.	s.	
Sulfate —	$Cr^2(SO^4)^3$, 18 aq.	717	120	ts.	s.	— 12 aq. 100°.
Alun chromico-potassique...	$K^2Cr^2(SO^4)^4$, 24 aq.	999	16	50	i.	
Oxyde de cobalt......	CoO^2H^2	93	i.	i.	i.	anh. 100°.
Peroxyde —	Co^2O^3, 3 aq.	220	i.	i.	i.	— aq. 100°; s. ac.
Arséniate —	$Co^3As^2O^8$, 8 aq.	599	i.	i.	i	
Carbonate —	$CoCO^3$, 6 aq.	227	i.	i.	i.	s. carbonate amm.; — 5 1/3 aq. 25°.
Chlorure —	$CoCl^2$, 6 aq.	238	s.	ts.	s.	— 4 aq. 121°.
Cyanure —	$CoCy^2$	101	i.	i.	i.	s. KCy.
Nitrate —	$Co(AzO^3)^2$, 6 aq.	291	déliq.	ts.	100°	
Nitrite — et potasse	$Co^2K^6(AzO^2)^{12}$, 3 aq.	958	i.	déc.	i.	
Phosphate —	$Co^3P^2O^8$, 2 aq.	403	i.	i.	i.	s. amm. et acides.
Sulfate —	$CoSO^4$, 7 aq.	281	93	65	i.	
Protoxyde de cuivre..	Cu^2O	143	i.	i.	i.	s. amm.
Oxyde cuivrique, hydr.	CuO^2H^2	97	i.	i.	i.	s. hyposulfite Na, anh. 100°.
Bromure —	$CuBr^2$	223	ts.	ts.	s.	
Chlorure cuivreux....	Cu^2Cl^2	198	i	i.	i.	s. HCl, amm., NaCl.
Chlorure cuivrique....	$CuCl^2$, 2 aq.	170	60	ts.	s. b. 100	s. éther.
Nitrate —	$Cu(AzO^3)^2$, 6 aq.	295	ts.	ts.	ts.	
Sulfate —	$CuSO^4$, 5 aq.	249	table	170.	i.	— 4 aq. 100°, anh. 240°, 30 s. glyc.
— de cuivre amm.	$CuSO^4$, $4AzH^3$, aq.	245	60	déc.	i.	
Protosulfure de cuivre.	Cu^2S	159	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molée.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bisulfure de cuivre...	CuS	95	0,0001	i.	i.	
Acide stannique......	SnO^3H^2	168	i.	i.	i.	s. acides.
— métastannique..	$Sn^5O^{11}H^2 + 4$ aq.	540	i.	i.	i.	i. ac. dil.; s. HCl conc.
Protochlorure d'étain.	$SnCl^2$, 2 aq.	225	270	déc.	s.	anh. 100°.
Bichlorure —	$SnCl^4$, 5 aq.	350	ts.	déc.	déc.	anh. table 178.
— d'étain amm.	$(AzH^4)^2SnCl^6$	367	33	déc.		
Protosulfure —	SnS	150	i	i.	i.	s. HCl conc.
Bisulfure —	SnS^2	182	i.	i.	i.	pp!é s. HCl conc.
Protoxyde de fer hyd.	FeH^2O^2	90	0,0006	déc.	i.	s. amm.
Bromure ferreux......	$FeBr^2$, 6 aq.	324	s.	ts.	s.	
Carbonate —	$FeCO^3$.	116	i.	i.	i.	
Chlorure —	$FeCl^2$, 4 aq.	199	140	ts.	s.	
Iodure —	FeI^2, 4 aq.	382	ts.	déc.	s.	ts glycérine.
Nitrate —	$Fe(AzO^3)^2$, 6 aq.	288	s.	déc.		
Phosphate —	$Fe^3(PO^4)^2$, 8 aq.	502	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate —	$FeSO^4$, 7 aq.	278	table 170.		i.	— 6 aq. 140°; 25 s. gl.
— — amm.	$Fe(AzH^4)^2(SO^4)^2$, 6 aq.	392	17	ts.	i.	56 s. eau à 75°.
Oxyde magnétique....	Fe^3O^4	232	i.	i.	i.	
— ferrique......	Fe^2O^3	160	i.	i.	i.	
Arséniate —	$Fe^2(AsO^4)^2$	390	i.	i.	i.	
Bromure —	Fe^2Br^6	592	s.	s.	s.	
Chlorure —	Fe^2Cl^6, 6 aq.	433	160	ts.	ts.	s. éther et glycérine.
Nitrate —	$Fe^2(AzO^3)^6$, 18 aq.	808	s	s.	s.	
Phosphate —	$Fe^2(PO^4)^2$, 4 aq.	374	i.	i.	i.	s. acides.
Pyrophosphate ferriq.	$Fe^4(P^2O^7)^3$, 9 aq.	908	i.	i.		s. acid. et pyrophosphate de sodium.

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Sulfate ferrique.......	$Fe^2(SO^4)^3$, 9 aq.	562	s.	s.	s.	
Alun ferrico-potassique	$Fe^2K^2(SO^4)^4$, 24 aq.	1006	20	ts.	i.	
— ammonique...	$Fe^2(AzH^4)^2(SO^4)^4$, 24 aq.	964	33	ts.	i.	
Acide iodique	IO^3H	176	s.	ts.	s.	
— periodique......	IO^6H^5	228	ts.	ts.		f. 130°.
Hydrate de lithium...	$LiOH$	24	s.	s.	i.	
Bromure — ...	$LiBr$	87	143	270	ts.	
Carbonate — ...	Li^2CO^3	74	0,77	0,78	i.	
Chlorure. — ...	$LiCl$	42	82	146	s.	s. éther.
Iodure — ...	LiI	134	150	480		s. alcool éthéré.
Nitrate — ...	$LiAzO^3$	69	75	226		
Phosphate — ...	Li^3PO^4, aq.	134	0,039		i.	anh. 100°; s. 0,025 eau ammon.
Sulfate — ...	Li^2SO^4, aq.	128	42	36	tps.	
Oxyde de magnésium.	MgO	40	i	i.	i.	
Hydrate —	MgH^2O^2	58	0,02	i.	i.	
Arséniate — amm.	$Mg(AzH^4)AsO^4$, 1/2 aq.	190	0,02	i.	i.	0,006 eau ammon.
Carbonate — bas.	$MgH^2O^2,4MgCO^3$, 6 aq.	502	0,01	0,1	i.	
Chlorure —	$MgCl^2$, 6 aq.	203	160	370	table 173.	
Phosphate —	$MgHPO^4$, 7 aq.	246	0,3	déc.		— 4 aq. 100°; an. 176°
— — amm.	$MgAzH^4PO^4$, 6 aq.	245	0,02	i.	i.	i. eau ammon.
Pyrophosphate de mag.	$Mg^2P^2O^7$, 5 aq.	312	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate de magnésium.	$MgSO^4$, 7 aq.	250	table 170.		i.	
Protoxyde de manganèse.	MnO	71	i.	i.	i.	
Sesquioxyde —	Mn^2O^3	158	i.	i.	i.	
Bioxyde —	MnO^2	87	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molée.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Oxyde de mang. interm.	Mn^3O^4	329	i.	i.	i.	
Carbonate de mangan.	$MnCO^3$	115	0,01	i.	i.	
Chlorure —	$MnCl^2$, 4 aq.	198	150	620	200	
Nitrate —	$Mn(AzO^3)^2$, 6 aq.	287	ts.	ts.	s.	
Sulfate —	$MnSO^4$, 4 aq.	223	110	146	i.	plus s. à 60° qu'à 100°
Oxydule de mercure..	Hg^2O	416	i.	i.	i.	
Bromure mercureux..	Hg^2Br^2	560	i.	i.	i.	
Chlorure —	Hg^2Cl^2	471	i.	déc.	i.	i. éther.
Chromate —	$4Hg^2O$, $3CrO^3$		i	déc.		
Iodure —	Hg^2I^2	654	0,04		i.	
Nitrate —	$Hg^2(AzO^3)^2$, 2 aq.	560	s.	déc.		
Sulfate —	Hg^2SO^4	496	i.		i.	
Bioxyde (oxyde mercurique).	HgO	216	0,005	ps.		
Bromure —	$HgBr^2$	360	0,4	4	s.	s. éther.
Chlorure mercur. (Sub. Cor.).	$HgCl^2$	271	table	170.	33, b. 90	25 s. éther.
Cyanure —	$HgCy^2$	252	12	53	5, b. 20	27 s. glycérine.
— de merc. et potas.	K^2HgCy^4	382	22		s.	
Iodure —	HgI^2	454	0,6		0,8, b. 8	1,3 s. éther; s. KI, $HgCl^2$, $HgCy^2$, etc.
— — et potass.	$KHgI^3$, 1 1/2 aq.	647	s.	déc.	s.	s. éther.
Nitrate mercurique...	$Hg(AzO^3)^2$, 1/2 aq.	333	ts.			
Sulfate —	$HgSO^4$, aq.	314	déc.			anh. 100°.
— — basiq.	$2HgO,HgSO^4$	728	0,005	0,16	i.	
Sulfure —	HgS	232	i.	i.	i.	
Acide molybdique....	MoO^3	144	0,2	0,5	i.	
Chlorure de molybdène	$MoCl^5$	269	s.		s.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Sulfure de molybdène.	MoS^2	160	i.	i	i.	
Oxyde de nickel.....	NiO	75	i.		i.	
Sesquioxyde —	Ni^2O^3, 2 aq.	203	i.		i.	s. ammon. déc.
Chlorure —	$NiCl^2$, 6 aq.	238	50	s.	s.	
Cyanure —	$NiCy^2$, 1 1/2 aq.		i.	i.	i.	s. KCy.
Nitrate —	$Ni(AzO^3)^2$, 6 aq.	291	50	ts.	s.	
Phosphate —	$Ni^3P^2O^8$, 7 aq.	493	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate —	$NiSO^4$, 7 aq.	281	68	ts.	i.	— 4 aq. 100°.
— — amm.	$(AzH^4)^2Ni(SO^4)^2$, 6 aq.	395	8	40	i.	i. sol. sat. sulf. amm.
Peroxyde d'or hydr...	AuO^3H^3	247	i.	i.	i.	anh. air sec.
Perchlorure d'or neutre	$AuCl^3$	303	s.	s.	s.	
— — acide.	$AuCl^4H$, 3 aq.	393	s.	s.	s.	s. éther.
— — et pot.	$AuKCl^4$, 2 aq.	413	ts.	ts.	s.	
— — et sod.	$AuNaCl^4$, 2 aq.	397	s.	s.	s.	
Protocyanure d'or....	AuCy	222	i.	i.	i.	
— d'or et potas.	$AuKCy^2$	287	14	200	ps.	
Percyanure d'or acide.	$AuCy^4H$, 6 aq.	409	ts.	ts.	ts.	ts. éther ; f. 50°.
— — et pot.	$AuKCy^4$	339	ts.	ts.	i.	
Acide osmique	OsO^4	263	s.		s. déc.	volatil.
Chlorure de palladium	$PdCl^2$, 2 aq.	213	s.	ts.	s.	
Iodure —	PdI^2	360	i.	i.	i.	ps. ac. iodhydrique.
Acide phosphoreux....	H^3PO^3	82	ts.	ts.	s.	
Anhydr. phosphorique.	P^2O^5	142	déc.	déc.	déc.	
Acide —	PO^4H^3	98	ts.	ts.	ts.	
Tribrom. de phosphore	PBr^3	271	déc.		déc.	b. 175°3.
Oxybromure —	$POBr^3$	287	déc.		déc.	f. 45° ; b. 193°.

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Trichlorure de phosphore.	PCl^3	137	déc.		déc.	b. 78°5.
Oxychlorure —	$POCl^3$	153	déc.		déc.	b. 110°.
Pentachlorure —	PCl^5	208	déc.		déc.	f. b. 148°.
Triiodure —	PI^3	412	déc.		déc.	f. 55°.
Iodure de phosphonium	PH^4I	162	déc.			
Protochlorure de platine.	$PtCl^2$	268	i.			s. HCl.
Bichlorure —	$PtCl^4$	339	ts.	ts.	ts.	ts. alcool éthéré.
Chlorure de platine et sodium.	Na^2PtCl^6, 6 aq.	564	ts.	ts.	ts.	
— — potass.	K^2PtCl^6	488	0,93	5,3	0,0085	
— — amm.	$(AzH^4)^2PtCl^6$	446	0,67	1,25	0,004	
— — césium	Cs^2PtCl^6	605	0,07	0,38		
— — rubid.	Rb^2PtCl^6	510	0,13	0,64		
— — thall.	Tl^2PtCl^6	747	0,006	0,051	i.	
Cyanure de platine.	$PtCy^2$	245	i.	i.		i. acides et alcalis.
Platinocyanure d'ammon.	$(AzH^4)^2PtCy^4$, 2 aq.	369	100		ts.	anh. 150°
— de baryum....	$BaPtCy^4$, 4 aq.	510	3	ts.		
— de césium.....	$CaPtCy^4$, 5 aq.	428	ts.			anh. 140°.
— de cérium.....	$CePtCy^4$, 6 aq.	547	s.		s.	— 3 aq. air sec.
— de magnésium.	$MgPtCy^4$, 7 aq.	448	ts.		s.	s. alc. éth.; — 1 aq. 50°; — 4 aq. 212°.
— de potasse....	K^2PtCy^4, 3 aq.	430	s.	ts.	s.	
— de potasse et sodium	$KNaPtCy^4$, 6 aq.	468	s.			
Platinocyan. de sodium	Na^2PtCy^4, n. aq.	342	s.			
— de strontium	$SrPtCy^4$, 5 aq.	475	s.			anh. 150°.
Protoxyde de plomb..	PbO	223	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bioxyde de plomb....	PbO^2	239	i.	i.		
Sesquiox. de pl. (minium).	Pb^2O^3	462	i.	i.		
Bromure de plomb...	$PbBr^2$	367	ps.	s.		s. acides dilués.
Carbonate —	$PbCO^3$	267	i.	i.	i.	s. sels ammon.
Chlorate —	$Pb(ClO^3)^2$, aq.	392	s.	ts.	s.	
Chlorure —	$PbCl^2$	278	0,6	5	0,5	s. HCl.
Chromate —	$PbCrO^4$	323	i.	i.	i.	ts. potasse.
Fluorure —	$PbFl^2$	245	i.		i.	s. acides.
Iodure —	PbI^2	461	0,08	0,5	0,02	
Nitrate —	$Pb(AzO^3)^2$	331	table 170.			
Nitrite de plomb basiq.	$Pb(AzO^2)^2$, 3PbO	968	0,7	3		s. acides.
Phosphate —	$Pb^3(PO^4)^2$, 3 aq.	865	i.	i.	i.	
Sulfate —	$PbSO^4$	303	0,005	i.	i.	s. tartr. amm.; 0,003 s. ac. sulfur. dilué.
Sulfure —	PbS	239	i.	i.	i.	
Oxyde de potassium	K^2O	94	déc.	déc.	déc.	
Hydrate —	KHO	56	200	ts.	ts.	ts. glycérine.
Arséniate —	K^3AsO^4	256	dél.	ts.	4	50 s. glycérine.
Arsénite —	K^2AsO^3H	202	ts.	ts.		
Bromate —	$KBrO^3$	167	7	50	ps.	
Bromure —	KBr	119	table 170.		0,5; b. 7	0,02 s. éther.
Carbonate —	K^2CO^3	138	table 170.		i.	
Bicarbonate —	$KHCO^3$	100	table 170.		i.	
Chlorate —	$KClO^3$	122	table 170.		0,8	3,5 s. glycérine.
Chlorure —	KCl	74	table 170.		table 173.	
Chromate —	K^2CrO^4	194	table 170.		i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bichromate de potassium.	$K^2Cr^2O^7$	294	table	170.	déc.	
Cobalticyanure —	$K^6Co^2Cy^{12}$	634	ps.		i.	
Cyanate —	$KCyO$	81	s.		ps.	
Cyanure —	KCy	65	s.	122	1,2	s. alcool aqueux.
Ferricyanure —	$K^6Fe^2Cy^{12}$	658	36	775	i.	ps. alcool aqueux.
Ferrocyanure —	K^4FeCy^6, 3 aq.	422	26	50	i.	
Fluoborate —	$KBoFl^4$	126	1,4	s.	i.; b. s.	
Fluosilicate —	K^2SiFl^6	220	0,13	0,66	i.	i. HCl.
Fluorure —	KFl, 2 aq.	94	s.	ts.	tps.	attaque le verre.
Iodate —	KIO^3	214	8	32	i.	
Iodure —	KI	166	table	170.	1,5	40 s. gl.; 0,3 s. éther.
Manganate —	K^2MnO^4	197	s.	s.	déc.	
Nitrate —	$KAzO^3$	101	table	170.	i. b. 2	
Nitrite —	$KAzO^2$	85	dél.	ts.	s.	
Perchlorate —	$KClO^4$	138	1,5	22	i.	
Periodate —	KIO^4	230	0,3			
Permanganate —	$K^2Mn^2O^8$	316	6,3	s.	déc.	
Phosphate — bib.	K^2HPO^4	174	ts.		i.	
Pyroantimoniate de pot.	$K^2H^2Sb^2O^7$, 7 aq.	562	ps.	déc.	i.	50 ts. eau.
Pyrophosphate —	$K^4P^2O^7$, 3 aq.	384	ts.	ts.	i.	— aq. 100°, anh. 300°
Pyrosulfate —	$K^2S^2O^7$	254	33	100	déc.	
Silicate —	K^2SiO^3	154	s.	s.	i.	
Sulfate —	K^2SO^4	174	table	170.	i.	
Bisulfate —	$KHSO^4$	136	50	110	i. déc.	
Sulfhydrate —	KHS, 1/2 aq.	81	s.	ts.	s.	
Sulfite —	K^2SO^3	158	100	ts.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bisulfite de potassium.	$KHSO^3$	120	s.	s.	i.	
Sulfocyanure —	$KCyS$	97	130	ts.	s.	f. 164°.
Sulfure —	K^2S	110	ts.	ts.	s.	
Pentasulfure —	K^2S^5	238	s.	s.	s.	
Tungstate —	K^2TuO^4, (1, 2 ou 5) aq.	326	s.	s.	i.	
Bitungstate —	$5K^2O$, $12TuO^3$, 11 aq.		1,4	12	i.	
Vanadate —	KVO^3	138	ps.	ts.	i.	ps. KHO étendu.
Acide sélénieux.......	SeO^2	111	ts.	ts.		
— sélénique.......	H^2SeO^4	145	s.	s.		
Silice	SiO^2	60	i.	i.	i.	
Hydrate de sodium ...	$NaHO$	40	60	250	s.	i. éther, ts. glycérine.
Arséniate —	Na^3AsO^4. 12 aq.	438	28	ts.	1,8	50 s. glycérine.
Arsénite —	Na^2HAsO^3	170	ts.	ts.		
Borate —	$Na^2B^4O^7$, 10 aq.	382	table	170.	ps.	60 s. glycérine.
Bromate —	$NaBrO^3$	151	38	90		
Bromure —	$NaBr$, 4 aq.	175	table	170.	6	0,08 s. éther.
Carbonate — anh.	Na^2CO^3	106	15	48	i.	
— — crist.	Na^2CO^3, 10 aq.	286	table	170.	i.	98 s. glycérine.
Bicarbonate —	$NaHCO^3$	84	table	170.	i.	8 s. glycérine.
Chlorate —	$NaClO^3$	107	99	204	3	
Chlorure —	$NaCl$	58	table	170.	i.	20 s. glycérine.
Chromate —	Na^2CrO^4, 10 aq.	312	s.	s.		
Bichromate —	$Na^2Cr^2O^7$, 2 aq.	299	s.	s.		
Ferrocyanure —	Na^4FeCy^6, 12 aq.	520	22	ts.	i.	
Ferricyanure —	$Na^6Fe^2Cy^{12}$, 2 aq.	598	18	80	s.	
Fluosilicate —	Na^2SiFl^6	188	ps.	ps.	i.	

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Hydrosulfite de sodium	$NaHSO^2$	88	s.	s.	i.	
Hypophosphite —	NaH^2PO^2	88	dél.	ts.	s.	
Hyposulfite —	$Na^2S^2O^3$, 5 aq.	248	table	170.	i.	f. 48°.
Iodate —	$NaIO^3$	198	9	34	i.	
Iodure —	NaI. 4 aq.	222	180	310	8	
Métaphosphate —	$NaPO^3$. 2 aq.	148	22	déc.	i.	
Nitrate —	$NaAzO^3$	85	table	170.	i.	
Nitrite —	$NaAzO^2$	69	ts.	ts.	s.	
Nitroprussiate —	$Na^4Fe^2Cy^{10}(AzO^2)^2$; 4 aq.	508	40	ts.	ps.	
Perchlorate —	$NaClO^4$	122	dél.	ts.	ts.	
Periodate de sod. basiq.	$Na^4I^2O^9$, 3 aq.	542	i.	ps.	i.	s. acides.
Phosphate — bibas.	Na^2HPO^4, 12 aq.	358	15	260	i.	anh. 100°.
— — tribas.	Na^3PO^4, 12 aq.	380	20	250	i.	f. 77°.
— —ammon.	$(AzH^4)NaHPO^4$, 4 aq.	209	16	100	i.	
Pyroantimoniate de sodium (sel Fremy)....	$Na^2H^2Sb^2O^7$, aq.	512	tps.	tps.	i.	
Pyrophosphate de sod.	$Na^4P^2O^7$, 10 aq.	446	7	93		
Pyrosulfate —	$Na^2S^2O^7$	222	ts.	ts.	i.	
Silicate —	Na^2SiO^3, 6 aq.	230	s.	s.	i.	
Stannate —	Na^2SnO^3, 3 aq.	266	103	ts.	i.	
Sulfate —	Na^2SO^4, 10 aq.	322	table	172.	i.	
Bisulfate —	$NaHSO^4$	120	déc.	déc.	déc.	
Sulfoantimoniate —	Na^3SbS^4, 9 aq.	481	ts.			
Sulfite —	Na^2SO^3, 7 aq.	252	25	100	i.	anh. 130°; ps. $NaHSO^3$
Bisulfite —	$NaHSO^3$	104	ts.	ts.	i.	
Sulfure —	Na^2S	78	ts.	ts.	s.	ts. glycérine.

Corps.	Formules.	Poids molèc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Sulfure de sodium tétra.	Na^2S^4	174	s.	s.	ps.	
Tungstate —	Na^2TuO^4, 2 aq.	330	55	124		
Anhydride sulfurique.	SO^3	80	déc.		déc.	
Acide —	H^2SO^4	98	∞	∞	déc.	
— pyrosulfurique...	$H^2S^2O^7$	178	déc.		déc.	
— nitrososulfurique..	$(AzO)HSO^4$	127	déc.		déc.	
Oxyde de strontium...	SrO	103	déc.			
Hydrate — (strontiane)	SrH^2O^2, 8 aq.	265	table 170.			
Bromure de strontium.	$SrBr^2$, 6 aq.	355	100	250	s.	
Carbonate —	$SrCO^3$	147	0,0016	0,005		
Chlorure —	$SrCl^2$, 6 aq.	266	table 170.		table 173.	
Fluosilicate —	$SrSiFl^6$, 2 aq.	265	s.	ts.		
Iodure —	SrI^2, 6 aq.	449	180	370	s.	
Nitrate —	$Sr(AzO^3)^2$	211	table 170.		i.	i. alcool éthéré.
Sulfate —	$SrSO^4$	183	0,01	0,026	i.	i. H^2SO^4 dilué ; ps. HCl et AzO^3H dilué.
Sulfure —	SrS	119	déc.		s.	
Oxydule de thallium.	Tl^2O	424	ps.		s.	
Oxyde —	Tl^2O^3	456	i.			
Protochlorure —	$TlCl$	239	0,35	1,5	i.	
Perchlorure —	$TlCl^3$ + aq.	310	déc.			déc. 60°.
Iodure —	TlI	331	0,022	0,12	0,002	i. KI.
Phosphate —	Tl^3PO^4	711	0,5	0,67	i.	
Sulfate —	Tl^2SO^4	504	4,8	19,2		
Acide titanique.......	TiO^2	82	i.	i.		s. H^2SO^4 bouillant.
— tungstique ...	TuO^3	232	i.	i.		s. alcalis.

Corps.	Formules	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Oxyde d'urane.......	U^2O^3	288	i.	i.		
Perchlorure d'urane...	U^2Cl^5	427	s.			
Oxychlorure —	$UOCl$, 1/2 aq.	180	s.	ts.	s.	s. éther,
Nitrate —	$UAzO^4$, 3 aq.	252	265	ts.	33,3	s. éther.
Phosphate d'ur. analyt.	$(UO)^2AzH^4PO^4$, n. aq.	385	i.	i.	i.	i. acétate d'amm.
Pyrophosphate d'urane	$(UO)^4P^2O^7$	720	i.	i.	i.	
Sulfate —	$(UO)^2SO^4$, 3 aq.	420	216	360	4; b. 5	
Acide vanadique... ..	V^2O^5	182	0,1	ps.		
Chlorure de vanadium.	VCl^4	193	s.		déc.	liq. b. 154°.
Oxyde de zinc.......	ZnO	81	i.	i.	i.	
Bromure —	$ZnBr^2$	225	320	ts.	s.	s. éther.
Carbonate —	$ZnCO^3$, aq.	143	0,005	i.	i.	
— — basiq.	$Zn^5(H^2O^2)^3(CO^3)^2$	539	0,002	déc.	i.	
Chlorure —	$ZnCl^2$	136	300	ts.	100	50 s. glyc.; s. éther.
Iodure —	ZnI^2	319	dél.	ts.	s.	40 s. glycérine.
Nitrate —	$Zn(AzO^3)^2$, 6 aq.	297	dél.	ts.	s.	
Sulfate —	$ZnSO^4$, 7 aq.	287	table	170.	i.	35 s. glycérine.
Sulfure —	ZnS	97	i.	i.	i.	
Bromure de cadm. et d'ammon.	$2AzH^4Br,CdBr^2$. aq.		130	ts.	18	0,4 s. éther.
— et de sodium.	$2NaBr,2CdBr$, 5 aq.		96	ts.	27	0,5 s. éther.
— et de potassium	$KBr,CdBr^2$, aq.		114	ts.	déc.	
Iodure de cadm. et d'ammon.	$2AzH^4I,2CdI^2$, aq.		110	ts.	114	4 s. éther.
— —	$2AzH^4I,CdI^2$, 2 aq.		174	ts.	142	11 s. éther.
— et de potassium	$2KI,CdI^2$, 2 aq.		137	ts.	79	4 s. éther.
— et de sodium.	$2NaI,CdI^2$, 6 aq.		160	ts.	118	10 s. éther.

(193) Tableau

Composition et caractères des

Noms. (1)	Composition et caractères extérieurs. (2)	
Acerdèse.....	Mn^2O^3 H^2O — Gris d'acier foncé. N.	a
Actinote.......	Amphibole verte. RO,SiO^2(R=Mg, Ca.Fe).	b
Adulaire......	Orthose. $K^2O,Al^2O^3,6SiO^2$ — Tp,Tl; I, gris.	c
Agate..........	SiO^2. Concrétionnée — Tl;R,N,I, gris,V.	d
Aimant........	Magnétite. Fe^3O^4 — N. Métallique.	e
Albâtre........	Gypse ou calcaire translucide.	f
Albite..........	Na^2O, Al^2O^3, $6SiO^2$ — Tl ; I, gris.	g
Almandin......	$3FeO$, Al^2O^3, $3SiO^2$ —Tp;R,RBr.	h
Alun...........	$K^2O.Al^2O^3$, $4SO^3.24H^2O$ — Tp; I.	i
Alunite........	$3Al^2O^3,K^2O,4SO^3,6H^2O$ = Tl ; I, J. K.	j
Alunogène......	$Al^2O^3,SO^3,18H^2O$ — Tl; I, J.	k
Ambre.........	Voyez *Succin*.	l
Amiante	Amphibole blanche souvent altérée — I,J,V.	m
Amphibole blanc	RO,SiO^2(R=Ca,Mg,Fe)— Tl ; I, gris V.	n
— noire.	Hornblende. R=(Fe,Ca,Mg).—N,V foncé.	o
Amphigène.....	K^2O, Al^2O^3, $4SiO^2$ — Tl , I, gris J.	p
Analcime.......	$Na^2O,Al^2O^3,4SiO^2,2H^2O$ — Tp,Tl;I, Rose.	q
Anatase.	TiO^2 — Br, Bl, Métallique ; parfois Tp,I.	r
Andalousite	Al^2O^3,SiO^2 — Gris, Rosé, Br, parfois Tp;V.	s
Andésine.......	$(CaNa^2)O$ Al^2O^3, $4SiO^2$ — Tl;I,J,V.	t
Anglésite.......	PbO,SO^3—Tp, I très vif éclat ; J,V.	u
Anhydrite......	CaO,SO^3— Tp,Tl, I, gris Bl, R.	v

(1) Nomenclature française (Dufrénoy, Delafosse, Descloizeaux).

(2) Poids atomiques modernes. Formules dualistiques. Tp = Transparent, Tl = Translucide, N = Noir, I = Incolore ou blanc, R = Rouge, Bl = Bleu, J = Jaune, Br = Brun, V = Vert.

(3) L'échelle de dureté comprend 10 termes, dont chacun raye tous les précédents. Ce sont : 1 *Talc*, 2 *Gypse*, 3 *Calcite*, 4 *Fluorine*, 5 *Apatite*, 6 *Orthose*, 7 *Quartz*, 8 *Topaze*, 9 *Corindon*, 10 *Diamant*.

(4) L'échelle de fusibilité comprend 6 termes, qui sont : 1 *Stibine*, 2 *Mésotype* (fondent dans la flamme de la bougie en assez gros morceaux) ; 3 *Grenat almandin* (fond en assez gros éclats à la flamme du chalumeau), 4 *Amphibole actinote*, 5 *Orthose adulaire* (ne fondent qu'en écailles très minces et à la par-

minéralogique.

principales espèces minérales.

	Densité	Dureté (3)	Fusibilité. (4)	Solubilité. (5)	Forme cristalline. (6)
a	4.2—4,34	3,5—4	I	S	III mg^1
b	3—3,3	5—5,5	4b	I	IV
c	2,5—2,59	6	5	I	IV mg^1p
d	2,5—2,8	7	I	I	VI O
e	5—5,2	5,5—6,5	6	S	I a^1
f					
g	2,5—2,64	6—6,5	4b	I	V, g^1pmla^5
h	3,5—4,3	7—7,5	3	diff S	I b^1a^2
i	1,9	2—2,5	1 puis I	SS	I a^1p
j	2,77—2,80	3,5—4	I	très peu S	VI r
k	1,6—1,8	1,5—2	2 puis I	SS	?
l					
m	2,9—3,2	5,5	4	I	IV
n	2,9—3,2	5,5	4	I	IV mg^1p
o	3—3,4	5,5	4	très peu S	IV $mg^1pb^{1/2}$
p	2,45—2,5	5,5—6	I	S	I a^2
q	2,29	5,5	2,5	S, Gél	I a^2p
r	3,8—3,95	5,5—6	I	I	II b^1p
s	3,2	7,5	I	I	III mp
t	2,65—2,74	5—6	4	Inc et dif S	V pg^1m
u	6,3	3	3	I	III mpa^2
v	2,98	3—3,5	3	S	III pg^1h^1

tie la plus chaude du dard du chalumeau), 6 *Bronzite* (le bord des écailles les plus minces ne fait que s'arrondir). I = Infusible, *b* = en bouillonnant, Inc = Incomplètement, F = Fusible, C = Sur le charbon.

(5) I = Insoluble et inattaquable dans les acides (HCl), S = Soluble ou attaquable dans les acides, Gel = fait gelée, Nitr = Acide nitrique, SS = Soluble dans l'eau.

(6) I = Cubique, II = Quadratique, III = Orthorhombique, IV = Clinorhombique, V = Anorthique, VI = Hexagonal ou rhomboédrique, O = Amorphe. Quelques faces importantes sont indiquées, avec la notation française ; les faces *en italique* sont celles de clivage Forme primitive *p*, *m*, *t* (*r* = Rhomboèdre); modification sur les angles a^x, e^x, i^x, o^x ; sur les arêtes $b^x, d^x, g^x, h^x, c^x, f^x$.

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Anorthite	$CaO,Al^2O^3,2SiO^2$ — Tp. Tl ; I.	a
Anthracite	C 90 %. N. Eclat semi-métallique.	b
Antimoine	— sulfuré, voyez *Stibine*.	c
Apatite	$P^3Ca^5FlO^{12}$ — Tl ; I,V,Bl,J ; parfois Tp.	d
Apophyllite	$Ca^4KH^{10}Si^8FlO^{28}$ — Tp ; I parfois rosé.	e
Aragonite	CaO,CO^2. — Tp, Tl, I,J,V, rosé.	f
Argent	Ag — Gris, Jaunâtre, Métallique.	g
	Argent rouge = *Argyrythrose*.	
	— muriaté = *Cérargyre*.	
Argiles	Al^2O^3 : 25 à 39 % ; SiO^2 : 25 à 65 ; H^2O : 10 à 30.	h
Argyrose	Ag^2S — N gris métallique.	i
Argyrythrose	Argent rouge. Ag^3SbS^3 — R foncé métallique. Tp	j
Arsenic	— sulfuré J = *Orpiment* ; — R = *Réalgar*.	k
Arsénolite	As^2O^3 — Tl. I. jaune.	l
Asphalte	C : 76 % — Brun noir.	m
Augite	Pyroxène. (Ca,Mg, Fe) O SiO^2 — Op, Tl ; N,V foncé	n
Axinite	Silicoborate de Ca, Al etc. — Tp ; I, Br, Violet.	o
Azurite	$3CuO,2CO^2,H^2O$ — Tl ; B ;	p
Barytine	BaO,SO^3. — Tp. Tl ; I,J, Br.	q
Béryl	Voyez *Émeraude*.	r
Binnite	Tennantite de Binnen.	s
Biotite	$2(Mg,K^2Al^2/_3)O,SiO^2$ — Tp, V,J de miel, N.	t
Bismuth	Bi. — Gris, Blanc d'argent rougeâtre.	u
Bitume	Voyez *Asphalte*.	v
Blende	ZnS — Tp, Tl, J, Br. Verdâtre.	x
Bol	Argile très ferrugineuse — Br, J.	y
Boracite	$Mg^7Bo^{16}O^{30}Cl^2$ — Tp, Tl ; I, gris.	z
Borax	$Bo^4Na^2O^7,10H^2O$ — Tp, I.	a
Boulangérite	$3PbS,Sb^2S^3$ — Gris de plomb.	b
Bournonite	$Sb^2S^3,2PbS.Cu^2S$ — Gris métallique.	c
Braunite	Mn^2O^3 — Gris noirâtre.	d
Brochantite	$4CuO,SO^3,3H^2O$ — Tl ; V.	e
Bronzite	MgO, SiO^2 — Tl, Br. J verdâtre.	f
Brookite	TiO^2 — Tl ou Op, Br. vif éclat.	g
Brucite	$MgO.H^2O$ — Tp, Tl ; I, Gris, Verdâtre.	h
Calaïte	Voyez *Turquoise*.	i
Calamine	$SiO^2,2ZnO,H^2O$ — Tp, Tl ; I, J, Bl.	j
	Calamine (Delafosse), voyez *Smithsonite*.	k
Calcite	Calcaire. CaO,CO^2 — Tp, Tl ; I, J, Br, N etc.	l
Cancrinite	Voyez *Néphéline*.	m

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,7—2,75	6	3	S	V $pmtg^1$
b	1,14—1,75	2—2,5	1	I	O
c					
d	3,2—3,25	5	4—5	S	VI mp
e	2,3—2,4	4,5—5	1,5	S ; SiO^2 pulv	II a^1pm
f	2,95	3,5	I	S	III mg^1e^1
g	10—11,1	2,5—3	Fus	S Nitr	I pa^1
h	1,7—2,2	—	I	dif. S. Gél	O
i	7,36	2	3	S. Nitr	I pa^1
j	5,7—5,85	2—2,5	2	S. Nit	VI rd^1b^1
k					
l	3,7	3	Volat	S	I a^1
m	1 à 1,7	1—2	vers 100°	I	O
n	3,3—3,4	6	3	à peine S	IV $mh^1g^1b^{1/2}$
o	3,3	6,5—7	2, se gonfle	I	V pmt
p	3,5—3,8	3,5—4	2	S	IV $pme^1/_2$
q	4,35—4,71	3—3,5	3	I	III mpa^2
r					
s					
t	2,7—3,1	2,5—3	5	S. Sulf	III p
u	9,73	2—2,5	1	S. Nitr	VI ra^1e^1
v					
x	3,9—4,2	3,5	5—6	S.	I a^1b^1
y	1,6—2,2	—	I	S en partie	O
z	2,9—2,97	6,5—7	2; Crist	S Nitr	I b^1pa^1
a	1,71	2—2,5	2	SS	IV mh^1p
b	5,8—6	3	Fus C	S Nitr	—
c	5,7—5,87	2,5—3	Fus C	S. Nitr	III g^1h^1p
d	4,7—4,82	6.5	I	S	II b^1p
e	3,90	3,5—4	Fus	S	III pma^1
f	3,12—3,75	5—6	6	I	III g^1mh^1
g	4,12—4,17	5,5—6	I	I	III mb^1
h	2,35	1,5	I	S	VI ra^1
i					
j	3,3—3,5	5	6	S Gél	III mg^1p
k					
l	2,723	3	I	S	VI re^1d^2
m					

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Carnallite	$KCl,MgCl^2,6H^2O$ — Tl, Tp ; I. R.	a
Cassitérite	SnO^2 — Tp, Tl, Op ; Brun clair à N.	b
Célestine	SrO,SO^3 — Tp, Tl ; I, Bl. R.	c
Cérargyre	Kérargyre. AgCl — Gris violacé.	d
Cérite	$SiO^2,2(Ce,La,Di)O,H^2O$ — Sub-Tl ; Br R.	e
Cérusite	PbO,CO^2 — Tp ; I. Tl:J,V,Bl.N;	f
Chabasie	$CaO.Al^2O^3,4SiO^2,6H^2O$ — Tp; I, Rosé.	g
Chalcopyrite	Pyrite de cuivre. Cu FeS^2 — J d'or foncé.	h
Chalcosine	Cu^2S — Noir de fer, éclat métallique faible.	i
Chaux	Chaux carbonatée = *Calcite*.	
	— fluatée = *Fluorine*.	
	— phosphatée = *Apatite*.	
	— sulfatée = *Gypse*.	
Chessylite	Voyez *Azurite*.	j
Chiastolite	Voyez *Andalousite*.	k
Chloanthite	$NiAs^2$ — Gris Mét. — Enduit vert.	l
Chlorite	Voyez *Pennine*, *Clinochlore*, *Ripidolithe*.	m
Chromite	Fer chromé. $FeCr^2O^4$ — N métallique.	n
Christianite	$Al^2O^3,(CaK^2)O,4SiO^2,5H^2O$ — Tl; I,J Gris.	o
Cinabre	HgS. — Tp; R foncé.	p
Clinochlore	$8MgO,Al^2O^3,5SiO^2,7H^2O$. — Tp, Tl ; V.	q
Cobaltine	Cobalt gris. CoAsS — Gris métallique rosé.	r
Cordiérite	$2MgO,2Al^2O^3,5SiO^2$ — Tp, Tl ; gris, Bl, Br.	s
Corindon	Saphir. Al^2O^3 — Tp, Tl ; Bl,J,R.V,Br.	t
Couzéranite	$(CaK^2Na^2)O, Al^2O^3, 2SiO^2$. — Tl; Gr.V,N.	u
Covelline	CuS — Bl. foncé.	v
Crocoïse	PbO,CrO^3. — Tp, R.	x
Cronstedtite	Chloromélane. Hydrosilicate de Fe,Mg,Mn. — N.	y
Cryolithe	Al^2Fl^6, 6NaFl — Tp, Tl ; I gris	z
Cuivre	Cu. — Br métallique.	
	Cuivre gris = *Panabase*.	
	— gris arsenical = *Tennantite*.	
	— oxydulé = *Cuprite*.	
	— panaché = *Phillipsite*.	
	— pyriteux = *Chalcopyrite*.	
Cuprite	Cu^2O. — Tl ; R foncé.	b
Datholite	$2CaO, 2SiO^2, Bo^2O^3, H^2O$ — Tp, Tl ; I, V.	c
Diallage	Pyroxène. $(Ca,Mg,Fe)O,SiO^2$ — Tl, gris Br.	d
Diallogite	MnO,CO^2 — Tl ; Rose Br.	e

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	1,618	»	2	SS	III p
b	6,96	6—7	I	I	II $h^1b^1a^1$
c	3,96	3—3,5	3	I	III me^1p
d	5,35	4	1	I	I pa^1
e	4,9—5	5,5	1	S Gél	I ?
f	6,5	3,5	Fus.	S. Nitr	III mg^1p.
g	2,08—2,17	4—4,5	3b	S	VI ra^1
h	4,1—4,3	3,5—4	Fus C	S. Nitr	II a^1b^1
i	5,5—5,8	2,5—3	2b	S. Nitr	III mg^1p
j					
k					
l	6,4—6,5	5,5—6	Fus C	S Nitr	
m					
n	4,3—4,5	5,5	1	I	I a^1
o	2,17—2,20	4,5	3	S Gél	III g^1pa^1
p	8—8,2	2—2,5	Volat	I	VI ra^1
q	2,65—2,77	2—3	5	diff S	IV pmg^1
r	6—6,3	5,5	Fus C	S Nitr	Ip b^2
s	2,6—2,69	7—7,5	5	presq I	IIIg^1mp
t	3,9—4,16	9	I	I	VI pd^1a^1
u	2,20—2,76	5,5—6	3	S	II
v	4,6	1,5—2	Fb, brûle	S Nitr	VI
x	5,9—6,1	2,5 3	Fus	S Nitr	IV mg^3d^2
y	2,35	2,5	4	S Nitr	VI. a^1
z	2 9—3,07	2,5	1	S Sulf	V pmt
a	8,94	2,5—3	2—3	S Nitr	I a^1
b	5,85—6,15	3,5—4	Fus	S Nitr	I a^1b^1
c	2,8—3	5—5,5	2	S	IV pmh^1
d	3,2—3,3	4	3—4	I	IV pmh^1
e	3,4—3,7	3,5—4	I	S	VI

Noms.	Composition et caractères extérieurs.
Diamant........	C — Tp, I, Rosé, J...N.
Diaspore.......	Al^2O^3,H^2O — Tl ; Gris V,J, Rosé.
Diopside	Pyroxène. $(CaMg)O,SiO^2$ — Tp, Tl ; I,V,J.
Dioptase	$CuO,SiO^2.H^2O$ — Tp, V.
Dipyre.........	$(CaNa^2)O, 2(Al^2/^2)O,3SiO^2$ — Tp, Tl, I, J.V.
Disthène	Al^2O^3, SiO^2 — Tp, Tl ; T, Gris Bl.
Dolomie........	$CaO,MgO.2CO^2$ — Tl ; I, Gris, J, rosé.
Dufrénoysite ...	$2PbS,As^2S^3$, — Gris métallique
Emeraude......	Al^2O^3, 3GlO, $6SiO^2$ — Tp, Tl ; V, gris, Bl, J, Rosé
Emeri..........	Voyez *Corindon.*
Epidote	$6SiO^2,3Al^2O^3,4CaO.H^2O$. — Tp. Tl ; V Br.
Etain	Et. oxydé = *Cassitérite*; — sulfuré = *Stannine.*
Euclase	2GlO, Al^2O^3, $2SiO^2$, H^2O — Tp, Tl; I, V, Bl
Fahlunite	Voyez *Cordiérite.*
Feldspaths	Voyez *Anorthite*, *Labrador*, *Andésine*, *Oligoclase*, *Albite*, *Orthose.*
Fer............	Fe.— Gris métallique.
	Fer arsenical = *Mispickel:* — carbonaté = *Sidérose;* — hydroxydé = *Limonite* et *Gœthite*; — magnétique ou oxydulé = *Magnétite*, *Aimant* ; — oligiste spéculaire = *Hématite rouge* ; — sulfuré = *Pyrite* et *Marcassite.*
Fluorine	$CaFl^2$ — Tp, Tl ; I, Violet J, V, etc.
Franklinite.....	(Fe, Zn, Mn) Fe^2O^4 — N Submétal.
Freieslebénite...	5 (Ag^2,Pb) S, $2Sb^2S^3$ — Gris d'acier.
Gadolinite......	3 (Y,La,Fe,Gl) O, SiO^2 — Tl; N,V.
Galène.........	PbS — Noir Bleuâtre métallique.
Gay-Lussite.....	$Na^2O.CO^2,CaO,CO^2$, $5H^2O$ — Tp. Tl ; I.
Giobertite	MgO,CO^2. — Tl ; I, J, Br.
Glasérite.......	K^2O,SO^3 — Tp, Tl ; I.
Glaubérite	$Na^2O.SO^3$, CaO SO^3 — Tp, Tl, I, R.
Glaucodot	$(Co,Fe)S^2,(Co,Fe) As^2$ — Blanc d'étain.
Gœthite	Fe^2O^3,H^2O — Br, Sub Tl R.
Graphite	C — Noir métallique.
Greenockite	CdS — Tl; J.
Grenats	Voyez *Grossulaire*, *Almandin*, *Spessartine*, *Mélanite*, *Ouwarovite.*
Grossulaire.....	$Ca^3Al^2Si^3O^{12}$ — Tl ; I,J, V,Br.
Gypse	$CaO,SO^3,2H^2O$ — Tp, Tl; I,J, Br.

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,5—3,55	10	I	I	I a^1 etc.
b	3.3—3,5	6,5—7	I	I	III mg^1
c	3,3	5—6	3—4	I	IV h^1g^1pm
d	3,27—3,35	5	I	S Gél	VI r
e	2,646	5—5,5	3—6	S part	II mh^1b^1
f	3,58—3,68	5 et 6	I	I	V pmt
g	2,8—2,9	3,5—4	I	S	VI r
h	5,57	3	Fus C	S Nitr	III pma^1
i	2,67—2,75	7,5—8	5,5	I	VI mp
j					
k	3,25—3,5	6—7	3,5	I	IV ph^1
l					
m	3,1	7,5	5,5	I	IV m h^1g^1
n					
o					
p	7,3—78	4,5	—	S	I a^1
q	3,18	4	3	S	I p a^1
r	5,6—5,9	5,5—6,5	I	S	I a^1
s	6—6,4	2—2,5	Fus C	S Nitr	IV pm
t	4,2—4,35	6,5—7	I	S Gél	IV pm
u	7,4—7,6	2,5—2,75	Fus C	S Nitr	I pa^1b^1
v	1,99	2—3	3	S	IV pm
x	3,1	4,5	I	S	VI pr
y	1,73	3—3,5	2	SS	III g^1pm
z	2,64—2,85	2,5—3	1,5	S	IV b^1p
a	6	5	Fus C	S Nitr	III pm
b	4,4	5—5,5	I	S	III mg^1
c	2,1—2,2	1—2	I	I	VI a^1
d	4,8—4,9	3—3,5	I	S	VI pm
e					
f	3,4—3,7	6,5—7	3	S en partie	I b^1
g	2,33	1,5—2	2,5—3	S	IV g^1mh^1p

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Harmotome.....	$BaO,Al^2O^3,6SiO^2+6H^2O$ — Tl, I, gr, I, R.	a
Hausmannite ...	Mn^3O^4 — N Brunâtre semi-métallique.	b
Haüyne	Lapis Lazuli. Silico-sulfate d'Al, Ca, Na — Bl.	c
Havésine.......	$CaO,(B^2O^3)^2,4H^2O$ — Tp, Tl, I.	d
Hédenbergite ..	$(CaFe)O,SiO^2$ — Sub-Tl, V,N.	e
Hématite rouge.	Fe^2O^3 — N R métallique ou compacte.	f
Hématite brune.	Voyez *Limonite*.	g
Heulandite	$CaO, Al^2O^3, 6SiO^2,5H^2O$ — Tp, Tl; I,R.	h
Humite.........	Chondrodite. $6MgO, 3SiO^2MgFl^2$. — Tp; I,J,R.	i
Hyalosidérite ...	Péridot Brun à surface irisée.	j
Idocrase	$3SiO^2,2(Al^2,Ca^3)O^3$ — Tp, V, Br, Bl.	k
Ilménite	Fe Titané $(FeTi)O^3$ — N semi-métallique.	l
Iodargyre	AgI — Tl. J, V.	m
Isérine.........	$(FeTi)^3O^4$ — N.	n
Jade..........	Variétés compactes de *Trémolite*, de *Zoïsite*, de *Labrador* et de *Jadéite*.	o
Jadéite.........	$3(Na^2, Ca, Mg)O,2Al^2O^3,9SiO^2$ — Tl ; I,V.	p
Jamesonite.....	$Pb^2Sb^2S^5$ — Gris de fer.	q
Kaolin	Argile blanc-jaunâtre.	r
Karsténite......	Syn. *Anhydrite*.	
Kermésite......	Sb^2OS^2 — R.	s
Klaprothine	Lazulite $(Mg,Ca Fe)O,Al^2O^3.P^2O^5H^2O$ — Bl.	t
Labrador.......	Feldspath, $CaOAl^2O^3,3SiO^2$ — Tl, I, Bl, V.	u
Laumonite	$CaO,Al^2O^3,4SiO^2,4H^2O$ — Tl ; I Rosé.	v
Lazulite........	Voyez *Klaprothine*.	x
Lépidolithe	Fluo-Silicate de Al^2,K,Li — Tl rosé.	y
Lépidomélane...	$2(Fe,Mg,K^2Al^2)O.SiO^2$ — Tl ; N Verdâtre.	z
Leucite	Syn. *Amphigène*.	
Leucophane	$5(Ca,Gl)O, 5SiO^2,2 Na Fl$ — Tl; Br,J,V,Tl.	a
Lévyne.........	$CaO, Al^2O^3, 3SiO^2, 5H^2O$, — Tp. I.	b
Libéthénite.....	$5CaO, P^2O^5, H^2O$. Tl. V sombre.	c
Leucopyrite.....	$FeAs^2$ — Blanc d'argent.	d
Liévrite	Ilvaïte. Silicate de Fe et Ca — N.	e
Limonite.......	Hématite Br. $2 Fe^2O^3, 3H^2O$ — Br, J.	f
Linnéite	Coboldine $(Co.Ni)^5 S^4$ — Gr métal. rougeâtre.	g
Lunnite........	$5 CuO,P^2O^5, 2 H^2O$ — Sub-Tl ; V.	h
Magnésite	Écume de mer. $2MgO. 3SiO^2$, 2 à 4 H^2O — Op ; I.	i
Magnétite	Syn. *Aimant*.	
Malachite	$2CuO, CO^2,H^2O$ — Sub-Tl ; V.	j

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,44—2,49	4,5	3,5	S	III *pm*
b	4,7	5—5,5	I	S	II a^1b^1p
c	2,2—2,8	5,5—6	4,5	S	I a^1b^1
d	1,65	1	1	S gél	—
e	3,5	5,5	2,5	I	IV mh^1g^1
f	5,3	5,5—6,5	6 ou I	S	VI ra^1
g					IV mg^1
h	2,2	3,5—4	2,5 se gonf.	S	IV m*p* etc.
i	3,12—3,24	6—6,5	I	S gél	
j					
k	3,35—3,45	6,5	3b	Dif S	II mg^1a^1
l	4,5—5	5—6	6 ou I	Dif S	VI r
m	5,7	flex.	Fus C	S Nitr	VI pb^1
n	5,10	6—6,5	6 ou I	Dif S	Ia^1
o					
p	3,32—3,35	6,5—7	3	I	O
q	5,5—5,7	2—3	Volat	S	III mg^1p
r	2,21—2,26	Friable	I	S Suf. ch.	O
s	4,5—4,6	1—1,5	1—2	S	IV h^1p
t	3,12	5—6	I	I	IV a^2d^1m
u	2,67—2,76	5—6	3	dif S	V *p*mt
v	2,25—2,36	3,5	3b	S Gél	IV g^1mp
x					
y	2,84—3	2,5—4	2—2,5	S Inc.	III *p*
z	3	2,5—3	4	dif S	III *p*
a	2,97	3,5—4	3	S	III *p*
b	2,1—2,2	4	4	S Gél	VI ra^1e^1
c	3,6—3,8	4	2	S Nitr	III a^1p
d	8,6—8,7	5—5,5	Fus C	S Nitr	III m*p*
e	3,9—4,1	5,5—6	2,5	S Gél	III mg^3p
f	3,6—4	5—5,5	I	S	O
g	4,8—5	5,5	Fus C	S Nitr	I
h	4—4,4	4,5—5		S Nitr	III mg^1
i	»	2—2,5	5	S	O
j	3,9—4	3,5—4	Fus C	S	IV pg^1m

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Manganèse......	Voyez *Pyrolusite.*	
Marbre.........	Voyez *Calcite.*	a
Marcassite......	Pyrite blanche — FeS^2.	b
Méionite........	2[Ca, Mg, K^2, $Al_{\frac{2}{3}}$]O SiO^2 — Tp, Op, I.	c
Mélanite........	Grenat ferrico-calcique — Tl ; N, Br, V.	d
Mellite.........	$C^6(CO^2)^6Al^2 + 18H^2O$ — Tp, Tl, J, R.	e
Mendipite.......	$Pb^3O^2Cl^2$ — Tl. I, J Rosé.	f
Mésotype.......	$3SiO^2, Al^2O^3, Na^2O, 2H^2O$ Tp, Tl ; I, J, R.	g
Miargyrite......	$AgSbS^2$ — Gris d'acier — Sub-T, R.	h
Micas...........	V. *Biotite, Lepidomélane, Muscovite, Lépidolithe.*	i
Mimetèse.......	$Pb^5As^3ClO^{12}$. — Tl ; J orangé, Br.	j
Mispickel.......	FeAsS — Blanc d'argent.	k
Molybdénite....	MoS^2 — Gr de plomb bleuâtre éclatant	l
Muscovite......	Mica vulg. [(K,Na)HO]Al^2O^3,$2SiO^2$,mFl—Tp;I,Br,V.	m
Natron..........	$Na^2O, CO^2, 10H^2O$.	n
Néphéline......	$4Na^2O, 4Al^2O^3, 9SiO^2$ — Tl, I grisâtre.	o
Nickéline......	Kupfernickel. NiAs — R de cuivre.	p
Obsidienne.....	Silico-aluminate de Fe,K,Na — Tl ; N, Br, V.	q
Ocre...........	Ocre J = *Limonite.* Ocre R = *Hématite.*	
Oligiste........	Syn. *Hématite* (Rouge).	
Oligoclase......	$Na^2O, Al^2O^3. 5SiO^2$ — Tl ; I, V.	r
Olivénite.......	$AsO^4Cu(CuOH)$ — SubTl. V.	s
Olivine.........	Voyez *Péridot.*	t
Onyx..........	Agate ou marbre rubanés.	u
Opale..........	SiO^2 + 3 à 10 % H^2O. Tp,Tl, I, J, etc.	v
Or.............	Au + quant. variables Ag, Cu, Fe, Pd — J Mét.	x
Orpiment......	As^2S^3 — Tl ; J d'or.	y
Orthose........	$K^2O,Al^2O^3,6SiO^2$. Tl ; I Rosé etc.	z
Outremer......	Lapis-Lazuli. Voyez *Haüyne.*	a
Ouvarowite.....	Grenat chromico-calcique — Tp ; V.	b
Ozocérite......	Paraffines lourdes, fus. de 40 à 90°.	c
Panabase.......	Tétraédrite, Cuivre gris. $4Cu^2S,Sb^2S^3$ — Gr mét	d
Paranthine.....	(Ca,Na^2,Mg) O,$2Al^2/_3$O,$2SiO^2$ — Tl; Gr. V.	e
Pechblende....	Syn. *Uranite.*	
Pennine.......	$Al^2O^3, 7MgO, 4SiO^2, 5H^2O$ — Tp, Tl; V, Br, R.	f
Péridot........	$2MgO, SiO^2$ — Tp. Tl. — V, J, Noirâtre Bronzé I.	g
Pérowskite.....	CaO,TiO^2 — Tp, Op; Br, J.	h
Pharmacolithe .	$As^2O^5,2CaO.H^2O + 5H^2O$ — Tl ; I Rosé.	i
Pharmacosidérit.	$2As^2O^5, 3Fe^2O^3, 12H^2O$. — Tl ; V, Br.	j

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a					
b	4,6—4,8	6—6,5	3 Brûle	S Nitr	III me^1
c	2.74	5—6	3 b	S,SiO^2Floc	II mh^1b^1
d	3.6—4,3	7,5	3	S en partie	I b^1
e	1,55—1,65	2—2,5	I	S Nitr	II a^1
f	7—7,1	2 5—3	Fus C	S Nitr	III mh^1g^1
g	2,17—2,25	5—5,5	1	S Gél	III mh^1b^1
h	5.—5,4	2—2 5	Fus C	S Nitr	IV ma^1p
i	2,78—3	2,5—3	2—5,5	peu S ou I	IIIpm (m=120 env.
j	7,18—7,28	3,5—4	Fus C	S Nitr	VI pb^1m
k	6—6,4	5,5—6	Fus C	S Nitr	III me_1
l	4,4—4,8	1—1,5	I	Dif S Nitr	III. IV ou VI? ou $p\ a^1$
m	2,75—3,1	2,5—3	5,5—6	I	III p
n	1.423	1—1,5	1	SS	IV pmg^1
o	2,56—2,64	5,5	3,5	S Gél	VI pm
p	7,33—7,67	5—5,5	Fus C	S Nitr	VI pmb^1
q	2,2—2,5	6—7	3	I	O
r	2,63—2,73	6	3,5	presq I	V pg^1m
s	4,1—4,4	3	2	S Nitr	III p^1mg^1
t					
u					
v	1,9—2,3	3,5—6,5	I	I	O
x	15,6—19,5	2,5—3	Fus	I	I pa^1b^1
y	3,48	1,5—2	Fus. Vol.	I	III mp^1g^1
z	2,44—2,69	6—6,5	5	I	IV pg^1m
a					
b	3,4—3,5	7,5—8	I	I	I b^1a^2
c	0,9-0,95	1	FF ; brûle	I	O
d	4,5—5,11	3—4,5	2—3	S Nitr	I a^1,$a^1/_2$ etc.
e	2,7—2,85	5,5	3	S	II mh^1b^1
f	2,66	2—3	5	S dif	VI ra^1
g	3,1—3,5	6—7	I	S Gél	III g^1pma^1
h	4,04	5,5	I	S Sulf	VI r
i	2,64—2,74	2—2,5	Fus	S	IV pmg^1
j	2,9—3	2,5	Fus C	S	

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Phénacite	$2GlO, SiO^2$ — Tp. Tl, I, J, Br R.	a
Phillipsite	Bornite, Cu panaché $(Cu^2Fe)S$—R bronz Bl superf.	b
Phillipsite	Voyez *Christianite*	c
Pholérite	$2Al^2O^3, 3SiO^2, 4H^2O$. SubTp, I, J, V.	d
Phosgénite	$CO^3(PbCl)^2$ — Tp; O, J.	e
Pickéringite	$MgO, Al^2O^3, 4SO^3 + 22H^2I$ — Tl, I.	f
Pinite	Silicate d'Al, avec Fe, K, H^2O — Tl; GrBr.	g
Plomb	Plomb antimonio-sulfuré = *Bournonite*, *Boulangérite*, *Jamesonite*.	h
	— arseniaté = *Mimetèse*.	
	— carbonaté = *Cérusite*.	
	— sulfaté = *Anglésite*.	
	— sulfuré = *Galène*.	
	— chromaté = *Crocoïse*.	
Plombagine	Syn. *Graphite*.	
Polyhalite	$(Ca, Mg, K^2)O, SO^3 + 1/2H^2O$ — Tl; R, J.	i
Prehnite	$3SiO^2, Al^2O^3, 2CaO, H^2O$ — Tl; V pâle.	j
Proustite	Argent rouge arsenical. Ag^3AsS^3 — Tp, Tl; R.	k
Psaturose	Ag^5SbS^4 — Gris de fer.	l
Psilomélane	$BaMnO^3$ + divers oxydes de Mn — GrN.	m
Pyrite	FeS^2 — Jaune d'or.	n
	Pyrite magnétique = *Pyrrhotine*.	
	— arsenicale = *Mispickel*.	
	— de cuivre = *Chalcopyrite*.	
Pyrolusite	MnO^2 — Op; N Submétallique.	o
Pyromorphite	$P^3Pb^5O^{12}Cl$ — Tl; V Br.	p
Pyroxènes	Voyez *Diopside*, *Augite*, *Diallage*, *Hédenbergite*	q
Pyrrhotine	Pyrite magnétique. Fe^7S^8. J laiton.	r
Quartz	SiO^2 — Tp; I, J, Violet, Fumé.	s
Réalgar	AsS — Tp, Tl; R orangé.	t
Rhodonite	MnO, SiO^2 — Tl; Rose Fleur de Pêcher.	u
Ripidolithe	$9(Mg, Fe)O, 2Al^2O^3, 5SiO^2, 7H^2O$ — Tl, V Br.	v
Rubis	Voyez *Spinelle*.	x
Rubis oriental	Voyez *Corindon*	y
Rutile	TiO^2 — SubTl; Br N Submétall.	z
Sanidine	Orthose vitreux des volcans.	a
Saphir	Voyez *Corindon*.	b
Sassoline	$Bo^2O^3, 3^2HO$ — Tl; I.	c
Scapolite	Voyez *Wernérite*.	d

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,96—3	7,5—8	I	I	VI rd^1e^2
b	4,4—5,5	3	Fus C	S Nitr	I pa^1
c					
d	2,34—2,57	1—2,5		I	III
e	6—6,31	2,75—3	3	S Nitr	IIpmh^1
f	»	I	Fus	SS	IV ?
g	2,7—2,9	2—3	4—5	S dif.	—
h					
i	2,77	2,5—3	3	SS part	III ou IV
j	2,8—2,95	6—6,5	2	dif S	III *pm*
k	5,42—5,56	2—2,5	Fus C	S Nitr	VI r
l	6,27	2—2,5	Fus	S Nitr	III pmg^1
m	3,7—4,7	5—6	I	S	O
n	4,83—5,2	6—6,5	3 Brûle	S Nitr	I pb^2
o	4,82	2—2,5	I	S	III mpg^1
p	6,5—7,1	3,5—4	2 Crist	S Nitr	VI pmb^1
q					
r	4,4—4,7	3,5—4,5	Fus Brûle	S	VI pb^1m
s	2,64—2,66	7	I	I	VI $re^1/_2e^2$
t	2,4	1,5—2	F. Volat	S Alcal	IV pm
u	3,4 3,68	5,5—6,5	2,5	dif S	Vph^1mt
v	2,78—2,96	1—2	5	S	IV ? *p*
x					
y					
z	4,18—4,25	6—6,5	I	I	II $ma^1h^1h^2$
a					
b					
c	1,48	1	2	SS	V *pmt*.
d					

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Schéelite	CaO,WO^3 — Tp, Tl; I,J,R,Br.	a
Schéelitine	PbO,WO^3 — Tl; J, Br	b
Scléroclase	PbS, As^2S^3 — Gris de plomb foncé métallique.	c
Scolésite	$CaO, Al^2O^3, 3SiO^2, 3H^2O$ — Tp, Tl : I.	d
Scorodite	$Fe^2O^5, As^2O^5, 4H^2O$ — Tp, Tl; V, Bl, Br.	e
Sel gemme	NaCl — Tp; I, Gr,R.	f
Sénarmontite	Sb^2O^3 — Tl; I.	g
Sidérose	FeO,CO^2 — Tl, Op; I, grisâtre R.	h
Smaltine	$CoAs^2$ — Blanc d'Étain.	i
Smithsonite	Calamine. ZnO,CO^2 — Tp, Tl, Gr, J, V, Br.	j
Sodalithe	$12SiO^2, 3Na^2O, 3Al^2O^3, 2 NaCl$ — Tp,Tl;I,V, Rosé.	k
Soufre	S — Tp, Tl; J.	l
Spath	— d'Islande: Syn. *Calcite*.—Fluor: Syn. *Fluorine*.	
Spessartine	Grenat-alumino-manganeux. — Tl; J, Br.	m
Sphène	CaO,SiO^2,TiO^2 — Tp, Tl, I, J, Br.	n
Spinelle	MgO,Al^2O^3 — Tp, R Rose.	o
Spodumène	Voyez *Triphane*.	
Stannine	$2(Cu^2,Fe,Zn)S, SnS^2$ — Gris d'acier jaunâtre.	p
Staurotide	$4(FeMg)O, 8Al^2O^3.7SiO^2$.	q
Stéatite	Voyez *Talc*.	r
Stibine	Sb^2S^3 — Gris de plomb métallique.	s
Stilbite	$CaO. Al^2O^3, 6SiO^2, 6H^2O$ — Tp, Tl; I, J, R.	t
Stromeyérine	Ag^2S,Cu^2S — Gris d'acier foncé.	u
Strontianite	SrO, CO^2 — Tp, Tl; I, J.	v
Strontiane sulfatée	Syn. *Célestine*.	
Succin	$C^{10}H^{16}O$ et ac succinique. — Tp; J.	x
Sylvane	Tellurure d'Au et Ag — Gris d'acier J.	y
Sylvine	KCl — Tp, I.	z
Tachydrite	$CaCl^2, 2MgCl^2, 12H^2O$ — Tp, Tl; I, J.	a
Talc	$3MgO, 4SiO^2, H^2O$ — Tl Nacré.	b
Tantalite	$FeO.Ta^2O^5$ — N de fer submét.	c
Tellure	Tellure avec Au et Fe — Gris de fer.	d
Tennantite	$4Cu^2S,As^2S^3$ — Gris de fer.	e
Tétradymite	$BiTe$[illegible] — Gris d'acier.	f
Tétraédrite	Syn. *Panabase*.	
Thomsonite	$(CaNa^2)O, Al^2O^3, 2SiO^2, 5/2H^2O$ — Tp,Tl;I, Rosé.	g
Tiémannite	HgSe — Gris d'acier.	h
Titanite	Syn. *Sphène*.	

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	5,9—6,07	4,5—5	5	S	II b^1a^2
b	7,87—8,1	2,75—3	2	S Nitr	II b^1a^2
c	5,39	3	2	S Nitr	III $p\ h^{1/2}g^1$
d	2,2—2,3	5—5,5	2—2,5	S Gél	IV $mg^1b^{1/2}$
e	3,1—3,3	3,5—4	2—3	S	III $h^1g^1b^{1/2}$
f	2,25	2		SS	I pa^1
g	5,22—5,30	3	Fus Vol	S	I a^1
h	3,83—3,88	3,5—4,5	4,5	S	VI r
i	6,3—7,2	5,5	Fus C	S Nitr	I pa^1
j	4,4—4,5	5	I	S	VI ra^1
k	2,27—2,29	5,5—6	3,5	S	I pa^1b^1
l	2,072	1,5—2,5	F 111°, brûl.	I	III b^1p
m	3,8—4,3	7—7,5	3	S dif	I b^1
n	3,4—3,56	5—5,5	3	S Sulf	IV $pe^1/_3m$, etc.
o	3,52—3,57	8	I	I	I a^1
p	4,3—4,6	4	Fus C	S Nitr	I,II? pb^1
q	3,4—3,8	7—7,5	I	I	III mg^1p
r					
s	4,62	2	1	S	III mp^1g^1
t	2,1—2,2	3,5—4	2—2,5	S	III g^1mb^1
u	6,2—6,3	2,5—3	F	S Nitr	III pg^1b^1
v	3,6—3,7	3,5—4	5	S	III mpg^1, etc.
x	1,06 1,11	2—2,5	F 287° brûle	I	O
y	7,5—8,3	1,5—2	Fus C		III mpa^1
z	1,9—2	2	2	SS	I pa^1
a	»	»	1	SS	O
b	2,5—2,8	1—1,5	5	I	?
c	7—8	6—6,5	I	I	III pg^1m
d	6,1—6,3	2—2,5	F Brûle	S Nitr	VI re^2a^1
e	4,3—4,53	4	Fus C. b	S Nitr	I b^1a^1
f	7,4—8,2	1,5—2	Fus C	S Nitr	VI ra^1
g	2,3—2,4	5—5,5	2b	S Gél	III mpg^1
h	7,1—7,37	2,5	Vol	»	?

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Topaze.........	$SiO^4(Al^2Fl^2)$ — Tp; J, Br,I,R.	a
Torbernite	$2PO^4(U^2O^2)^2Cu + 8H^2O$ — Tp, Tl; V.	b
Tourmaline.....	Silicoborate d'Al avec Fe, Mg,Mn — NBrR.Tp.Tl.	c
Trémolite	Syn. *Amphibole blanche.*	
Triphane......	$3(Li^2.Na^2.Ca)O, 4Al^2O^3,15SiO^2$ — Tl; Gr, V.	d
Triphyline	(Mn, Fe) $LiPO^4$ — SubTl, Gr,V,Br.	e
Triplite	(Mn,Fe) (MnFl) PO^4 — SubTl; Gr, V, Br.	f
Tripoli.........	Silice hydratée (terre d'infusoires).	g
Turquoise......	$2Al^2O^3,P^2O^5 + 5H^2O$. — Op; Bl, BlV.	h
Ulexite.........	Voyez *Hayésine.*	i
Ulmannite	NiSSb — Gris d'acier.	j
Uranite	U^3O^4 — N, Gris métallique.	k
Urao...........	Trona $(Na^2O)^2(CO^2)^3 3$ ou $4H^2O$ — Tl; I.	l
Valentinite	Exitèle. Sb^2O^3 — Tp, I,J.	m
Vauquelinite ...	$3(Pb.Cu)O,Cr^2O^3$ — SubTl. V, Br.	n
Vivianite.......	$2P^2O^5,3FeO, 8H^2O$ — Tl; indigo.	o
Volborthite.....	Vanadate de Cu, Ca, H^2O. — V.	p
Wad...........	Oxydes de Mn avec Co et Cu. — N, Br.	q
Wagnérite......	PO^4 Mg(MgFl) — Tl. J.	r
Wavellite	Hydrofluophosphate d'Al — Tl, I, V, J.	s
Webstérite	$Al^2O^3,SO^3, 9H^2O$ — Op, I.	t
Wernérite......	V. *Méionite*, *Paranthine*, *Dipyre*, *Couzéranite.*	u
Willémite......	$2ZnO,SiO^2$ — Tp, Op; J, V, I, Gr.	v
Wilhérite.......	BaO,CO^2. Tp. Tl; I,J.	x
Wolfram	$(Fe,Mn)O,WO^3$ — Gris de Fer N.	y
Wolfsbergite....	$CuSb^2S^4$ — Gris de Plomb N	z
Wollastonite ...	CaO,SiO^2 — Tl; I,Gr,J.	a
Wulfénite	PbO,MoO^3 — Tp, Tl; J Orangé.	b
Yttrotantalite...	Tantalate d'Y, Ca, Fe, UO — N.	c
Zéolithes.......	Voyez *Mésotype*, *Scolésite*, *Analcime*; *Chabasie*, *Phillipsite*, *Harmotome*, *Stilbite*, *Heulandite.*	d
Ziguéline......	Syn. *Cuprite.*	
Zinc carbonaté..	Syn. *Smithsonite.*	
	Zinc silicaté = *Calamine.*	
Zincite.........	ZnO — SubTl;R.	e
Zinckénite......	PbS,Sb^2S^3 — Gris d'acier.	f
Zircon	$ZrO^2.SiO^2$. Tp, Tl, Op; R, Br, J, I.	g
Zoïsite	Composition de l'épidote — Tl; I, V, Gr, J.	h
Zorgite.........	(Pb, Cu, Cu^2) Se — Gris de plomb rougeâtre.	i

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,4—3,65	8	I	I	III mg^3b^2p
b	3,4—3,6	2—2,5	2,5	S Nitr	II pb^2b^1
c	2,94—3,3	7—7,5	3—6	I	VI $rb^1d^1e^2$
d	3,13—3,19	6,5—7	3,5	I	IV mh^1g^1
e	3,5—3,6	5	1.5	S	III mpg^1
f	3,44—3,8	5—5,5	1,5	S	III?
g					
h	2,6—2,83	6	I	S	
i					
j	6,3—6,5	5—5,5	Fus C	S Nitr	I pa^1
k	6,4—8	5.5	6 à I	S Nitr	I pa^1b^1
l	2,11	2,5—3	1	SS	IV pma^1
m	5,56	2,5—3	F Vol	S	III g^1me^1
n	5,5—5,78	2,5—3	Fus C	S Nitr	IV
o	2,6—6,68	1,5—2	1,5	S	IV pmg^1
p	3,55	3—3,5	Fus C	S Nitr	?
q	3—4,26	1—6	«	S	—
r	2,98—3,0	5—5,5	4	S	IV. mph^1
s	2,33	3,5	I	S	III ma^1g^1
t	1,66	1—2	I	S	O
u					
v	3,89—4,18	5,5	5	S Gél	VI re^2a^1
x	4,29—4,35	3—3,75	2	S	III $b^{1/2}e^{1/2}m$
y	7,1—7,55	5—5,5	2,5—3	très peu S	IV $mp^1e^2h^1$
z	4,75—5	3—4	Fus C	S Nitr	III mg^1
a	2,8—2,9	4,5—5	4	S Gél	IV mph^1
b	6,3—6,9	3	1,5—2	S part	II pb^1mh^2
c	5,4—5,9	5—5,5	I	I	III mpg^1
d					
e	5,43—5,53	4—4,5	I	S Nitr	VI $pmb^{1/2}$
f	5,3—5,35	3—3,5	2	S	III ma^1
g	4,05—4,75	7,5	I	I	II $mph^1b^{1/2}$
h	3,11—3,38	6—6,5	Fb	I	III $mh^1h^3g^1$
i	7,—7,5	2,5	Part. Fus C	S Nitr	?

Propriétés principales des corps organiques.

(194) *Alcools et dérivés de la série grasse.*

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion. °	P. d'ébull. °	Sol. dans 100 p. eau.
Série méthylique.						
Acétate de méthyle...........	$CH^3.C^2H^3O^2$	74	0,959/0°	liq.	57,1	ts.
— de méthylène.........	$CH^2(C^2H^3O^2)^2$	132		liq.	170?	
Acide cyanhydrique..........	CAzH	27	0,706/7°	— 14	26,1	∞
— formique.............	CH^2O^2	46	1,2227/0°	8.5	105,3	∞
Alcool méthylique..........	CH^4O	32	0,798/15°	liq.	66,3	∞
Benzoate de méthyle.........	$CH^3.C^7H^5O^2$	136	1,1026	liq.	199,7	i.
Bromoforme................	$CHBr^3$	253	2,9/12°	liq.	152	i.
Bromure (tétra) de carbone...	CBr^4	332	3,42	91	189 déc.	i.
— de méthyle.........	CH^3Br	95	1,732/0°	liq.	13	ps.
Butyrate de méthyle..........	$CH^3.C^4H^7O^2$	102	0,920/0°	liq.	102,75	i.
Chloroforme................	$CHCl^3$	120	1,52640/0	— 70	61,2	i.
Chloropicrine..............	$CCl^3(AzO^2)$	165	1,6	liq.	112	i.
Chlorure (tétra) de carbone....	CCl^4	154	1,6298/0°	liq.	78,1	i.
— de méthyle.........	CH^3Cl	40,5	0,991	— 23°,7	— 23,7	ps.
— de méthylène.......	CH^2Cl^2	85	1,36/0°	liq.	41,6	i.
Cyanurate de méthyle........	$(AzC.OCH^3)^3$	171		132		bs.
— (iso) —	$(CO\ Az.CH^3)^3$	171		175	295	
Cyanure de méthyle (acétonitrile).	$CH^3.CAz$	41	0,819/16	— 41	82	s.
Isocyan., — (carbylamine)	$CH^3.AzC$	41	0,756/14°	— 45	59,6	10
Formiamide................	$CHO.AzH^2$	45		liq.	192	s. déc.
Formiate de méthyle........	$CH^3.CO^2H$	60	1,0032/0°	liq.	31,8	ps.
Iodoforme.................	CHI^3	394	2 env.	119	vol.	i.

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion	P. d'ebull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure de méthyle	CH^3I	142	2,1992/0°	liq.	43°,8	1,75
Méthylal	$CH^2(OCH^3)^2$	76	0,885/18°	liq.	42	33
Méthylamine (mono)	$CH^3.AzH^2$	31			0	100 v.
— (di)	$(CH^3)^2AzH$	45		liq.	8	s.
— (tri)	$(CH^3)^3Az$	59		liq.	9,3	i.
Méthylphosphine (mono)	$CH^3.PH^2$	48			— 14	ts.
— (di)	$(CH^3)^2PH$	62	< 1	liq.	25	i.
— (tri)	$(CH^3)^3P$	76	> 1	liq.	40	i.
Nitrate de méthyle	$CH^3.AzO^3$	77	1,182/22°	liq.	66	ps.
Nitrite —	$CH^3.AzO^2$	61			— 12	
Oxalate —	$(CH^3)^2C^2O^4$	118	1,1566	51	163,5	ps. déc.
Salicylate —	$CH^3.C^7H^5O^3$	152	1,197/0°	liq.	224	ps.
Sulfocyanate de méthyle	$AzC.SCH^3$	73	1,088/0°	liq.	133	
— (iso) —	$SC.AzCH^3$	73		34	119	
Sulfure de méthyle	$(CH^3)^2S$	62	0,845/21°	liq.	41	i.
Urée (carbamide)	$CO(AzH^2)^2$	60	1,328	132	déc.	100
Série éthylique.						
Acétate d'éthyle	$C^2H^5.C^2H^3O^2$	88	0,924/0°	liq.	77,15	9
Acétal	$CH^3.CH(OC^2H^5)^2$	118	0,831/20°	liq.	104	6
Acétamide	$CH^3.CO.AzH^2$	59	1,159	78	222	ts.
Acétine (di) éthylidénique	$CH^3.CH(C^2H^3O^2)^2$	146	1,07/0°	liq.	168,8	déc.
— (mono) du glycol	$CH^2.OH.CH^2.C^2H^3O^2$	107	> 1	liq.	182	s.
— (di) —	$(CH^2.C^2H^3O^2)^2$	146	1,128	liq.	186	ps.
Acétochlorhydr. éthylidénique	$CH^3.CHCl(C^2H^3O^2)$	123		liq	120	déc.
— glycol	$CH^2Cl.CH^2(C^2H^3O^2)$	123	1,178	liq.	145	i.
Acide acétique	$CH^3.CO^2H$	60	1,08010	16	117,3	∞
— chloracétique	$CH^2Cl.CO^2H$	95	1,395/73°	62	186	ts.

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol dans 100 p. eau.
Acide dichloracétique	$CHCl^2.CO^2H$	129	1,521/15°	120°	189°	ts.
— glycolique..............	$CH^2OH.CO^2H$	76		80	déc.	∞
— glyoxylique............	$COH.CO^2H$, aq.	92		sirup.		ts.
— oxalique..............	$(CO^2H)^2$, 2 aq.	126	1,63/0°	100	déc. part.	§ 170
— sulfocyanacétique (iso)..	$CS.Az.CH^2.CO^2H$	117		< 100	subl.	bs.
— trichloracétique........	$CCl^3.CO^2H$	164	1,62/46°	52,3	197	ts.
Alcool éthylique	$CH^3.CH^2OH$	46	0,8026/0°	— 130	78,05	∞
Alcoolate de chloral	$CCl^3.CH\ OH.OC^2H^5$	194	1,1434/0°	56	116	s.
Aldéhyde..................	$CH^3.CHO$	44	0,806/0°	liq.	20,8	∞
Aldéhydate d'ammoniaque.....	$CH^3.CH.OH.AzH^2$	61		75	100	ts.
Anhydride acétique..........	$(CH^3.CO)^2O$	102	1,073/20°	liq.	137,5	déc.
Arséniate d'ethyle...........	$AsO^4(C^2H^5)^3$	226		liq.	237	déc.
Arsénite —	$AsO^3(C^2A^5)^3$	210		liq.	165	déc.
Benzoate d'éthyle	$C^7H^5O^2.C^2H^5$	150	1,050/16°	liq.	213,4	i : bps.
Borate —	$BO^3(C^2H^5)^3$	146	0,887/0°	liq.	120	déc.
Bromal....................	$CBr^3.COH$	281		— 20	172	i.
Bromure d'éthyle............	$CH^3.CH^2Br$	109	1,460/20°	liq.	38,8	tps.
— d'éthylène..........	$CH^2Br.CH^2Br.$	188	2,183/20°	9,5	131,4	i.
— d'éthylidène........	$CH^3.CHBr^2$	188			114	i.
Butyrate d'éthyle	$C^4H^7O^2.C^2H^5$	116	0,891/20°	liq.	121	i.
— (iso) —	$C^4H^7O^2.C^2H^5$	116	0,871/18°	liq.	110,1	i.
Caprate d'éthyle............	$C^{10}H^{19}O^2.C^2H^5$	200	0,862	liq.	243	i.
Caproate —	$C^6H^{11}O^2.C^2H^5$	144	0,882	liq.	162	i.
Caprylate —	$C^8H^{15}O^2.C^2H^5$	172	0,8738/15°	liq.	214	i.
Carbonate —	$CO^3(C^2H^5)^2$	112	0,976/20°	liq.	126,4	i.
Chloral....................	$CCl^3.COH$	148	1,512/20°	— 75	99,1	s.
— hydraté	$CCl^3.CH(OH)^2$	166	1,833	57	98 déc.	s.
Chloracétate d'éthyle.........	$CH^2Cl.CO^2.C^2H^5$	123	1,586/20°		145	

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau
				0	0	
Chloréthylate d'éthylidène....	$CH^3.CH.Cl.(OC^2H^5)$	109		liq.	97	i.
Chlorhydrine du glycol.......	$CH^2OH.CH^2Cl$	81		liq.	128	∞
Chlorocarbonate d'éthyle......	$CO.Cl.(OC^2H^5)$	109	1,139/15⁰	liq.	94	déc.
Chlorure d'acétyle............	$CH^3.COCl$	79	1,105/20⁰	liq.	50,9	déc.
Chlorure d'acétyle chloré......	$CH^2Cl.COCl$	113		liq.	106	déc.
— — bromé......	$CH^2Br.COCl$	158		liq.	127	déc.
— — trichloré....	$CCl^3.COCl$	183	1,608/18⁰	liq.	118	déc.
— d'éthyle............	$CH^3.CH^2Cl$	645	0,925/0⁰	liq.	12,5	2
— d'éthylène..........	$CH^2Cl.CH^2Cl$	99	1,252/20⁰	liq.	84,7	i.
— d'éthylidène	$CH^3.CHCl^2$	99	1,174/20⁰	liq.	57,5	i.
— d'éthyle bichloré....	$CH^3.CCl^3$	134	1,372/16⁰	liq	75	i.
— — perchloré...	$CCl^3.CCl^3$	237	2 ?	187	182?	i.
Cyanate d'éthyle........ ...	$AzC.O.C^2H^5$	71	1,217/15⁰	liq.	162 déc.	i.
— (iso) —	$CO.Az.C^2H^5$	71	0,898	liq.	60	déc.
Cyanurate —	$(CO.Az.C^2H^5)^3$	213		95	253	ps.
Cyanure d'acétyle...........	$CH^3.CO.CAz$	69	< 1		93	
Cyanure d'éthyle (propionitrile)	$Az.C.C^2H^5$	55	0,7998/4⁰	liq.	96,7	tps.
Cyan. (iso) — (éthylcarbylam.)	$C.Az.C^2H^5$	55	0,7591/4⁰	liq.	78,1	i.
Cyanure d'éthylène.	$C^2H^4(CAz)^2$	80	1,023/45⁰	37	déc.	
Cyanocarbonate d'éthyle......	$AzC.CO^2.C^2H^5$	99	< 1	liq.	115	i.
Diacétamide...............	$(C^2H^3O)^2AzH$	98		59	212	s.
Dichloracetal..............	$CHCl^2.CH(OC^2H^5)^2$	187		liq.	182	i.
Dichloracétamide...........	$CHCl^2.CO.AzH^2$	128		96	233	i.
Diéthylamine..............	$(C^2H^5)^2AzH$	73		liq.	57	s.
Diéthyloxamate d'éthyle......	$(OC^2H^5).C^2O^2.Az(C^2H^5)^2$	173		liq.	254	i.
Diéthyloxamide.............	$(CO.AzH.C^2H^5)^2$	144		subl.	déc.	ps.
Diéthylphosphine...........	$(C^2H^5)^2PH$	90		liq.	85	i.
Diéthylsulfone.............	$(C^2H^5)^2SO^2$	122		70 sub	248	s.

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Ethylamine	$C^2H^5.AzH^2$	45	0,696	liq.	18°,7	∞
Ethylène bromé	$CH^2.CHBr$	107	1,52	liq.	23	i.
Ethylène perchloré	$CCl^2.CCl^2$	168	1,612/10°	liq.	116,7	i.
Ethylphosphine	$C^2H^5.PH^2$	62	< 1	liq.	25	i.
Formiate d'éthyle	$C^2H^5.CHO^2$	74	0,948/0°	liq.	54,3	11
Glycocolle	$AzH^2.CH^2.CO^2H$	75		170 ?	déc.	23
Glycol	$CH^2OH.CH^2OH$	62	1,125	— 11,5	197,5	∞
Glycolamide	$CH^2.OH.CO.AzH^2$	75		120		s.
Glyoxal	$CHO.CHO$	58		dél.	déc.	s.
Iodure d'éthyle	C^2H^5I	156	0,944/15°	liq.	72,3	tps.
Nitrate d'éthyle	$C^2H^5.O.AzO^2$	91	1,112/15°	liq.	87,2	i.
Nitréthane	$C^2H^5.Az.O^2$	75	1,0582/13°	liq.	114	i.
Nitrite d'éthyle	$C^2H^5.O.AzO$	75	0,940/15°	liq.	17	i.
Œnanthylate d'éthyle	$C^2H^5.C^7H^{13}O^2$	158	0,8735/16°	liq.	188	i.
Orthocarbonate —	$C(OC^2H^5)^4$	192	0,925	liq	158	i.
Orthoformiate —	$CH(OC^2H^5)^3$	148		liq.	146	i.
Oxalate —	$(CO^2.C^2H^5)^2$	146	1,082/18°	liq.	186	ps. déc.
Oxyde — (éther)	$(C^2H^5)^2O$	74	0,736/0°	liq.	34,8	8
— d'éthyle-méthyle	$C^2H^5.O.CH^3$	60		liq.	11	ps.
Oxamide	$CO(AzH^2)^2$	88		déc.		i : bps.
Oxaméthane	$AzH^2.CO.CO.OC^2H^5$	117	0,808/19°	114	220	s.
Paraldéhyde	$C^6H^{12}O^3$?	132	0,998/15°	10,5	124	12
Pélargonate d'éthyle	$C^2H^5.C^9H^{17}O^2$	186	0,86	liq.	216	i.
Phosphate —	$PO^4(C^2H^5)^3$	182	1,072	liq.	203	déc.
Propionate —	$C^2H^5.C^3H^5O^2$	102	0,912/0°	liq.	99	i.
Salicylate —	$C^6H^4(OH)CO^2.C^2H^5$	166	1,18/20°	liq.	221	i.
Sébate —	$(C^2H^5)^2C^{10}H^{16}O^4$	258	< 1	— 9	308	i.
Silicate	$SiO^4(C^2H^5)^4$	208		liq.	165	déc. lent.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau
Disilicate hexéthylique	$Si^2O^7(C^2H^5)^6$	342		liq.	233°	déc. lent
Succinate d'éthyle	$(C^2H^5)^2C^4H^4O^4$	174	1,0718/0°	liq.	217,5	i.
Sulfate —	$SO^4(C^2H^5)^2$	154	1,1837	liq.	208 déc.	i.
Sulfhydrate — (mercaptan)	$C^2H^5.S.H$	62	0,835/21°	— 22	36,5	1,5
Sulfite —	$SO^3(C^2H^5)^2$	138	0,106/0°	liq.	161,4	i.
Sulfocyanate —	$C^2H^5.S.CAz$	87	1,033/0°	liq.	146	i.
— (iso) —	$C^2H^5.Az.CS$	87	1,019/0°	liq.	133	i.
Sulfure —	$(C^2H^5)^2S$	90	0,825/20°	liq.	91	i.
Bisulfure —	$(C^2H^5)^2S^2$	122	0,9927/20°	liq.	153	i.
Sarcosine, méthylglycocolle	$CO^2H.CH^2.AzHCH^3$	89		100 déc.		s.
Tartrate d'éthyle	$(CH.OH.CO^2.C^2H^5)^2$	206	1,199/20°	liq.	162 vide	s.
Triéthylamine	$(C^2H^5)^3Az$	101		liq.	89	ps.
Triéthylphosphine	$(C^2H^5)^3P$	118	0,812	liq.	127,5	i.
Valérate (iso) d'éthyle	$C^2H^5.C^5H^9O^2$	130	0,872/18°	liq.	134,3	i.
Série propylique.						
Hydrure de propyle (propane)	$(CH^3)^2CH^2$	44			— 17	i.
Acétate d'allyle	$CH^2:CH.CH^2.(C^2H^3O^2)$	100		liq.	97	ps.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2.CH.(C^2H^3O^2)$	102		liq.	91,3	i.
— de propargyle	$CH:C\ CH^2.C^2H^3O^2$	98	1,005/20°	liq.	123	
— de propyle	$C^3H^7.C^2H^3O^2$	102	0,910/0°	liq.	101,55	i.
Acétodichlorhydrine glycérique	$C^3H^5.(C^2H^3O^2)Cl^2$	171	1,283	liq.	205	ps.
Acétomonochlorhydrine —	$C^3H^5.(OH).Cl(C^2H^3O^2)$	153		17	250	i.
Acétone	$CH^3.CO.CH^3$	58	0,810/0°	liq.	56,4	∞
Acide acrylique	$CH^2:CH\ CO^2H$	72		10	140	∞
— bromopropionique α	$CH^3.CHBr.CO^2H$	153		— 17	202	∞
— — β	$CH^2Br.CH^2.CO^2H$	153		61,5		

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide chloropropionique α....	$CH^3.CHCl.CO^2H$	109	1,28/0°	liq.	186	∞
— — β....	$CH^2Cl.CH^2.CO^2H$	109		40,5		
— dichloropropionique....	$CH^2Cl.CHCl.CO^2H$	143		50	210 déc.	s.
— glycérique............	$CH^2OH.CHOH.CO^2H$	108		liq.	déc.	∞
— hydracrylique	$CH^2(OH).CH^2.CO^2H$	90		liq.	déc.	∞
— iodopropionique β.......	$CH^2I.CH^2.CO^2H$	200		82		bts.
— lactique de ferment.....	$CH^3.CH(OH).CO^2H$	90	1,215/20°	liq.	déc.	∞
— malonique............	$CH^2(CO^2H)^2$	104		132	déc.	s.
— mésoxalique..........	$CO(CO^2H)^2$, aq.	136		115	déc.	ts.
— propionique..........	$CH^3.CH^2.CO^2H$	74	0,992/18°	— 21	141	∞
— pyruvique....	$CH^3.CO.CO^2H$	88	1,29	liq.	167	ts.
— tartronique...........	$CH.OH:(CO^2H)^2$	120		175 déc.		s.
Acroléine...................	$CH^2:CH.COH$	56	0,841/20°	liq.	52	2,5
Alanine......................	$CH^3.CH(AzH^2).CO^2H$	89		sub 200	déc.	22 : bts.
Alcool allylique.............	$CH^2:CH.CH^2OH$	58	0,871/0°	liq.	97	∞
— isopropylique..........	$(CH^3)^2CHOH$	60	0,800/0°	liq.	83	∞
— propargylique..........	$CH:C.CH^2OH$	56	0,972/20°	liq.	114	ts
— propylique............	$CH^3.CH^2.CH^2OH$	60	0.820/0°	liq.	97	∞
Aldéhyde propionique.........	$CH^3.CH^2.COH$	58	0,8075/21°	liq.	48,7	∞
Allylamine...................	$CH^2:CH.CH^2AzH^2$	57		liq.	58	
Anhydride propionique.	$(C^3H^5O)^2O$	130	1,017/15°	liq.	168	déc.
Bromhydrine (mono) glycérique	$C^3H^7BrO^2$	155		liq.	180 vid.	s.
— (di) —	$CH^2Br.CH^2(OH).CH^2Br$	218	2,11/18°	liq.	219	ps.
— (isodi) —	CH^2Br $CHBr.CH^2OH$	218		liq.	213	ps.
— (tri) —	$CHBr(CH^2Br)^2$	281	2,41 à 10° liq.	16,5	219	i.
Bromure d'allyle.	$CH^2:CH$ CH^2Br	121	1,434/16°	liq.	70	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHBr$	123	1,340/0°	liq.	61	i.
— de propargyle.......	$CH:C.CH^2Br$	119	1,52/20°	liq.	89	i.

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
				°	°	
Bromure de propyle..........	$CH^3.CH^2.CH^2Br$	123	1,383/0°	liq.	71	i.
— de propylène........	$CH^3.CHBr.CH^2Br$	202	1.974	liq.	142	i.
— de triméthylène.....	$(CH^2Br)^2CH^2$	202	2,018/0°	liq.	163	i.
Chlorhydrodiacétine glycérique	$C^3H^5Cl(C^2H^3O^2)^2$	195	1,243	liq.	245	i.
Chlorhydrine (mono) —	$CH^2OH.CHOH.CH^2Cl$	111	1,31	liq.	227	∞
— (isomono) —	$(CH^2OH)^2CHCl$	111	1.4/13°	liq.	232	s.
— (di) —	$CH^2OH.CHCl.CH^2Cl$	129	1.38/0°	liq.	185	ps.
— (isodi) —	$(CH^2Cl)^2CH.OH$	129	1,383/19°	liq.	174	ps.
Chlorhydrine (tri) glycérique..	$(CH^2Cl)^2CHCl$	148	1.417/15°	liq.	158	i.
Chlorure d'allyle............	$CH^2:CH.CH^2Cl$	77	0,954/0°	liq.	46.5	i.
— de propionyle.......	$CH^3.CH^2.COCl$	93	1.065	liq.	80	déc.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHCl$	79	0,883/0°	liq.	36	i.
— de propyle..........	$CH^3.CH^2.CH^2Cl$	79	0 915/0°	liq.	45	i.
— de propylène	$CH^3.CHCl.CH^2Cl$	113	1.1656/14°	liq.	96.8	i.
— de propylidène......	$CH^3.CH^2.CHCl^2$	113	1,143/10°	liq.	86	i.
— — (iso) ..	$CH^3.CCl^2.CH^3$	113	1,827/16°	liq.	69.7	i.
Cyanure d'allyle.......... ..	$CH^2.CH.CH^2.CAz$	67	0,839/13°	liq.	118.3	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.CAz$	69		liq.	108	i.
— de propyle..........	$CH^3.CH^2.CH^2.CAz$	69	0,795/2°	liq.	116	i.
Dichloracétone	$CHCl^2.CO.CH^3$	127	1,236/21°	liq.	120	i.
Epichlorhydrine....	C^3H^5OCl	93	1,194/12°	liq.	118	i.
Ethylate de propargyle........	$CH:C.CH^2.O.CH^2.CH^3$	84	0,83/7°	liq.	83	i.
Formiate d'allyle............	$CH^2:CH.CH^2(CHO^2)$	86	0,93/17°	liq.	82	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.CHO^2$	88		liq.	66	i.
— de propyle.........	$CH^3.CH^2.CH^2(CHO^2)$	88	0,929/0°	liq.	80,9	i.
Glycérine..................	$(CH^2.OH)^2CH.OH$	92	1,26/15°	17	290,4	∞
Glycol propylénique........	$CH^3.CHOH.CH^2OH$	76	1,051/0°	liq.	188	∞
— triméthylénique.........	$CH^2(CH^2.OH)^2$	76	1,053/19°	liq.	216	∞

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure d'allyle	$CH^2{:}CH.CH^2I$	168	1,87/0°	liq.	101	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHI$	170	1,70/15°	liq.	91	i.
— de propyle	$CH^3.CH^2.CH^2I$	170	1,784	liq.	104,5	i.
Isocyanure d'allyle	$CH^2{:}CH.CH^2.AzC$	67	0,796/17°	liq.	100	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.AzC$	69	0,7596/0°	liq.	87	i.
Isopropylamine	$(CH^3)^2CH.AzH^2$	59	0,69	liq.	32	s.
Lactide	$C^3H^4O^2$	72		124,5	255	ps.
Nitrate d'isopropyle	$AzO^3.CH(CH^3)^2$	105	1,054/0°	liq.	101	i.
Nitroglycérine	$C^3H^5(AzO^3)^3$	227	1,60	9	déc.	i.
Nitroisopropane	$CH^3.CH(AzO^2).CH^3$	89	0,718/20°	liq.	117	
Propylamine	$C^3H^7.AzH^2$	59		liq.	50	s.
Propylène bromé α	$CH^2{:}CBr.CH^3$	121	1,36/19°	liq.	48	i.
— — β	$CH^3.CH{:}CHBr$	121	1,428/19°	liq.	60	i.
Sinapoline (diallylurée)	$CO(AzH.C^3H^5)^2$	140		100	170 déc.	bs.
Sinnamine (allylmélamine)	$C^3Az^6(C^3H^5)^3H^3$	252		100		s.
Sulfhydrate d'allyle	$C^3H^5.SH$	74		liq.	90	i.
Sulfocyanate —	$C^3H^5.S.CAz$	99	1,071/0°	liq.	161	i.
— (iso) — (ess. de moutarde)	$C^3H^5.Az.CS$	99	1,036/0°	liq.	150,7	ps.
Sulfure d'allyle	$(C^3H^5)^2S$	114		liq.	140	i.
Tétrachlorure d'isopropylidène	$CHCl^2.CCl^2.CH^3$	182	1,47/13°	liq.	153	i.
Thiosinnamine (allylsulfo-urée)	$AzH^2.CS.AzH(C^3H^5)$	116		74		s.
Triacétine glycérique	$C^9H^{14}O^6$	218	1,174/8°	liq.	268	i.
Tributyrine —	$C^{15}H^{26}O^6$	302	1,056/8°	liq.		i.
Trilaurine —	$C^{39}H^{74}O^6$	638		45		i.
Trimyristine	$C^{45}H^{86}O^6$	722		31		i.
Tripalmitine	$C^{51}H^{98}O^6$	806		60		i.
Tristéarine	$C^{57}H^{110}O^6$	880		71		ps. éth.

Corps.	Formules.	P. moléc	Densités.	P. de fusion	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
				°	°	
Série butylique.						
Hydrure de butyle (butane)...	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^3$	58			1	i.
— d'isobutyle (isobutane)	$(CH^3)^2.CH.CH^3$	58	0,6		—17	i.
Acétate de butyle normal	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2(C^2H^3O^2)$	116	0,900/0°	liq.	125,1	i.
— — secondaire ..	$CH^3.CH^2.CH(C^2H^3O^2)CH^3$	116	0,892/0°	liq.	111	i.
— d'isobutyle primaire...	$(CH^3)^2CH.CH^2.(C^2H^3O^2)$	116	0,905/0°	liq.	116,4	i.
— — tertiaire ..	$(CH^3)^3.C.(C^2H^3O^2)$	116		liq.	96	i.
Acide aspartique............	$CO^2H.CH^2.CH(AzH^2)CO^2H$	134		déc.	déc.	bs.
— butyrique de ferment...	$CH^3.CH^2.CH^2.CO^2H$	88	0,959/20°	liq.	160	∞
— crotonique............	$CH^3.CH:CH.CO^2H$	86		72	182	8
— dibromosuccinique	$(CHBr.CO^2H)^2$	276		130 déc.		2
— — (iso)..	$CO^2H.CH^2.CBr^2.CO^2H$	276		160		
— fumarique	$(CH.CO^2H)^2$	116		vol. > 250		ps.
— isobutyrique	$(CH^3)^2CH.CO^2H$	88	0,950/20°		152	33
— isocrotonique	$CH^2:CH.CH^2.CO^2H$	86	1,018		172	
— isosuccinique	$CH^3.CH(CO^2H)^2$	118		129,5	déc.	20
— malique..	$CO^2H.CH^2.CH(OH)CO^2H$	134	1,56	100	déc.	ts.
— méthacrylique	$CH^2:C(CH^3)CO^2H$	86		16	160,5	ts.
— oxybutyrique α.........	$CH^3.CH^2.CH(OH)CO^2H$	104		43	déc.	s.
— — β....	$CH^3.CH(OH)CH^2.CO^2H$	104		déc.		∞
— succinique............	$(CO^2H.CH^2)^2$	118	1,552	180	235 déc.	5,2:b.121
— tartrique	$CO^2H.CH(OH).CH(OH).CO^2H$	150	1,74	135	déc.	§ 170
Alcool butyl. normal.....	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2OH$	74	0,824/20°	liq.	116	9
— — sec. (hydr. de but.)	$CH^3.CH^2.CH(OH).CH^3$	74	0,85/0°	liq.	99	ps.
— isobutylique primaire...	$(CH^3)^2CH.CH^2OH$	74	0,8003/18°	liq.	108	10
— — tertiaire...	$(CH^3)^3.C.OH$	74	0,78/30°	24	82,5	s.
Aldéhyde butyrique..........	$C^3H^7.CHO$	72	0,834/0°	liq.	75	3,7

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Aldéhyde isobutyrique	$(CH^3)^2.CH.CHO$	72	0,815/0°	liq.	62°	9,1
— succinique	$(CH^2.CHO)^2$	86		liq.	202	s.
Anhydride butyrique	$(C^3H^7.CO)^2O$	158	0,961/12°	liq.	192	déc.
— succinique	$(CH^2.CO)^2O$	100	1,529	119	250 env.	ps. déc.
Asparagine	$C^4H^8Az^2O^3$, aq.	150		déc.		1,8 : b. 23
Bromure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2Br$	137	1,305/0°	liq.	100,4	i.
— de crotonylène	$C^4H^6Br^4$	374		116	déc.	i.
— d'éthyléthylène	$CH^3.CH^2.CHBr.CH^2Br$	200	1,876	liq.	168	i.
— de diméthyléthylène	$CH^3.CHBr.CHBr.CH^3$	200	1,83	liq.	158	i.
— d'isobutyle	$(CH^3)^2CH.CH^2Br$	137	1,249/0°	liq.	92,3	i.
— d'isodiméthyléthylène	$(CH^3)^2CBr.CH^2Br$	200		liq.	148	i.
Butylamine, normale	$(C^3H^7)CH^2.AzH^2$	73	0,755	liq.	76	∞
— secondaire	$C^2H^5.CH(AzH^2).CH^3$	73	0,736	liq.	65	∞
Butylène, éthyléthylène	$CH^3.CH^2.CH:CH^2$	56		liq.	— 5	i.
— diméthyléthylène	$CH^3.CH:CH.CH^3$	56		liq.	+ 3	i.
— isodiméthyléthylène	$(CH^3)^2C:CH^2$	56	0,635/10°	liq.	— 8	i.
Chloral butyrique	$CCl^3.CH^2.CH^2.CHO$	176		liq.	164	déc.
Chlorure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2Cl$	93	0,907/0°	liq.	77,6	i.
— — (iso, prim.)	$(CH^3)^2CH.CH^2Cl$	93	0,895/0°	liq.	69	i.
— — tertiaire	$(CH^3)^3C.Cl$	93		liq.	51	i.
— de butyryle	$C^3H^7.C.O.Cl$	107	1,028/20°	liq.	99	déc.
— d'isobutyryle	$(CH^3)^2CH.C.O.Cl$	107	1,017/20°	liq.	92	déc.
— de succinyle	$(C.O.Cl.CH^2)^2$	155	1,39	liq.	190 déc.	déc.
Crotonylène	$CH^2:CH.CH:CH^2$	54		liq.	24	i.
Cyanure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2.CAz$	83	0,816/15°	liq.	126	ps.
— d'isobutyle	$(CH^3)^2CH.CH^2.CAz$	83		liq.	127	
— — tertiaire	$(CH^3)^3C.CAz$	83		15	105	
Erythrite	$(CH^2OH.CHOH)^2$	122	1,45	120	300 déc.	ts.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau
Glycol α butylénique	$C^2H^5.CH(OH)CH^2OH$	90	1,019/0°	liq.	191°	∞
— β —	$CH^3.CH(OH).CH^2.CH^2OH$	90		liq.	204	∞
— pseudobutylénique	$(CH^3.CH.OH)^2$	90	1,048/0°	liq.	183	∞
— isobutylénique	$(CH^3)^2C.OH.CH^2OH$	90	1,013/0°	liq.	177	∞
Hydrate de butylchloral	$C^4H^5Cl^3O$, aq.	194	1,693	78	déc.	ts.
Iodure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2I$	184	1,643/0°	liq.	129,8	i.
— — secondaire	$C^2H^5.CHI.CH^3$	184	1,632	liq.	117	i.
— d'isobutyle primaire	$(CH^3)^2CH.CH^2I$	184	1,640/0°	liq.	120,6	i.
— — tertiaire	$(CH^3)^3.C.I$	184		liq.	98 déc.	i.
Méthyléthylacétone	$C^2H^5.CO.CH^3$	72	0,84/19°	liq.	95	s.
Pyrrol	C^4H^5Az	67		liq.	133	ps.
Succinamide	$(CO.AzH^2.CH^2)^2$	116		déc.		bs.
Succinimide	$(CH^2.CO)^2AzH$, aq.	117		125	287	s.
Sulfocyan. (iso) de butyle norm.	$C^3H^7.CH^2.Az.CS$	115		liq.	167	i.
— — — second.	$C^2H^5.CH(CH^3).AzCS$	115	0,944/12°	liq.	159,5	i.
— — d'isobutyle p.	$(CH^3)^2CH.CH^2.AzCS$	115	0,964/14°	liq.	162	i.
Tétraphénol	C^4H^4O	68		liq.	32	s.
Thiophène	C^4H^4S	84	1,062/23°	liq.	84	i.
Série amylique.						
Hydrure d'amyle norm. (pentane)	$CH^3(CH^2)^3CH^3$	72	0,636/17°	liq.	39	0,05
— d'isoamyle	$(CH^3)^2.CH.C^2H^5$	72	0,628/17°	liq.	30	i.
Tétraméthylméthane	$(CH^3)^4C$	72		— 20	9,5	i.
Acétate d'amyle normal	$C^5H^{11}.C^2H^3O^2$	130	0,896/0°	liq.	148,4	i.
— — (iso) primaire.	id.	130	0,884/0°	liq.	137°6	i.
— — — p. actif.	id.	130	0,8762	liq.	144	i.
Acide aconique	$C^5H^4O^4$	128		164		18

Corps.	Formules.	P. molèc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol dans 100 p. eau.
Acide angélique	$C^5H^8O^2$	100		45°	185°	ps.
— citraconique	$C^5H^6O^4$	130	1,616	80		ts.
— désoxalique	$C^5H^6O^8$	194		liq.	déc.	ts.
— itaconique	$C^5H^6O^4$	130	1,57	161	déc.	6
— mésaconique	$C^5H^6O^4$	130		202	déc.	ps.
— oxypyrotartr. (citramal.)	$C^5H^8O^5$	148		amorph		ts.
— — (itamal.)	$C^5H^8O^5$	148		60	déc.	ts.
— — (oxyglutar.)	$CO^2H.CH^2.CH^2.CHOH.CO^2H$	148		sir. crist		s.
— — (ordin.)	$CH.OH.(CH^2.CO^2H)^2$	148		135		s.
— pyromucique	$C^5H^4O^3$	112		134	subl.	bs.
— — (iso)	$C^5H^4O^3$	112		82	subl.	ts.
— pyrotartrique	$CO^2H.CH(CH^3).CH^2.CO^2H$	132	1,413	112	déc.	
— — (glutarique)	$(CH^2)^3(CO^2H)^2$	132		97	299	85
— — (éthylmalon.)	$C^2H^5.CH.(CO^2H)^2$	132		111		
— — (diméthylmalon.)	$(CH^3)^2C(CO^2H)^2$	132		170 déc.	déc.	ps.
— valérique normal	$CH^3(CH^2)^3CO^2H$	102	$0,958/0^0$	liq.	184	4
— — (iso) (valérian.)	$(CH^3)^2CH.CH^2.CO^2H$	102	$0,947/0^0$	liq.	165	3,3
— — (iso actif)	$CO^2H.CH.(CH^3).CH^2.CH^3$	102	0,938	liq.	175	ps.
— — (triméthylacét.)	$(CH^3)^3C.CO^2H$	102	< 1	35	164	2,5
Alcool amylique normal	$C^4H^9.CH^2OH$	88	$0,830/0^0$	liq.	137	ps.
— isoamylique prim. ferm.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2OH$	88	$0,825/0^0$	liq.	132	ps.
— isoamyl. actif prim. ferm.	$C^2H^5.CH(CH^3)CH^2OH$	88		liq.	127	ps.
Méthylpropylcarbinol (second)	$CH^3.CHOH.C^3H^7$	88	$0,825/0^0$	liq.	119	14
Diéthylcarbinol (second)	$(C^2H^5)^2CHOH$	88	$0,832/0^0$	liq.	116	ps.
Méthylisopropylcarbin. (second)	$CH^3.CHOH.CH(CH^3)^2$	88	$0,827/17^0$	liq.	108	ps.
Ethyldiméthylcarbinol (hydr. d'amylène) (tertiaire)	$(CH^3)^2C.OH.C^2H^5$	88	$0,828/0^0$	— 21	96	ps.
Aldéhyde valérique normal	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CHO$	86		liq.	102	ps.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Aldéhyde valérique (iso)	$(CH^3)^2CH.CH^2.CHO$	86	0,768/12°	liq.	92,5	ps.
Amylamine (iso, primaire)	$C^5H^{13}Az$	87	0,7503/18°	liq.	93	i.
Amylène, propyléthylène	$C^3H^7.CH:CH^2$	70		liq.	40	i.
— méthyléthyléthylène	$C^2H^5.CH:CH.CH^3$	70		liq.	36	i.
— isopropyléthylène	$(CH^3)^2CH.CH:CH^2$	70		liq.	21	i.
— triméthyléthylène	$(CH^3)^2C:CH.CH^3$	70	0,6807/0°	liq.	35	0,15
— isométhyléthyléthylène	$(C^2H^5)(CH^3)C:CH^2$	70		liq.	32	i.
Benzoate d'isoamyle	$C^7H^5O^2.C^5H^{11}$	192	1,004/0°	liq.	261	i.
Bromure d'amyle normal	$C^4H^9.CH^2Br$	151	1,246/0°	liq.	128,7	i.
— d'isoamyle primaire	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2.Br$	151	1,236/0°	liq.	119	i.
— — p. actif	$CH^2BrCH.(CH^3)C^2H^5$	151	1,227/15°	liq.	116	
— de méthyléthyléthylène	$C^2H^5.CHBr.CHBr.CH^3$	230		liq.	178 déc.	i.
— d'isopropyléthylène	$(CH^3)^2CH.CHBr.CH^2Br$	230		liq.	85 déc.	i.
— de triméthyléthylène	$(CH^3)^2CBr.CHBr.CH^3$	230		liq.	175 déc.	i.
Butyrate d'isoamyle	$C^4H^7O^2.C^5H^{11}$	158		liq.	176	ps.
Caproate —	$C^6H^{11}O^2.C^5H^{11}$	186		liq.	211	i.
Chlorure d'amyle normal	$C^5H^{11}Cl$	107	0,9013/0°	liq.	106,6	i.
— d'isoamyle primaire	$C^5H^{11}Cl$	107	0,886/0°	liq.	102	i.
— — p. actif	$C^2H^5.CH(CH^3)CH^2Cl$	107	0,886/15°	liq.	98	i.
Cyanure d'amyle normal	$C^5H^{11}.CAz$	97				
— — (iso) prim	$C^5H^{11}.CAz$	97	0,866/20°	liq.	146	ps.
— (iso) d'isoamyle prim	$C^5H^{11}.AzC$	97	< 1	liq.	137	i.
Formiate — —	$C^5H^{11}.CHO^2$	116	0,874	liq.	116	i.
Furfurol	$C^4H^3O.COH$	96	1,165/16°	liq.	162	9
Furfuramide	$(C^5H^4O)^3Az^2$	268		crist.	250 déc.	i.
Iodure d'amyle normal	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2I$	198	1,544/0°	liq.	155,4	i.
— — (iso) prim	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2I$	198	1,468/0°	liq.	146	i.
— — — actif	$CH^3(CH^2I)CH.C^2H^5$	198	1,54	liq.	144	i.

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure du méthylpropylcarbinol	$CH^3.CHI.CH^2.C^2H^5$	198	1,537/0°	liq.	146°	i.
— du méthylisopropylcarb.	$(CH^3)^2CH.CHI.CH^3$	198		liq.	129	i.
— du diéthylcarbinol......	$(C^2H^5)^2CHI$	198	1,528/0°	liq.	145	i.
Nitrate d'amyle (iso) prim.....	$C^5H^{11}AzO^3$	133	1,000/7,5°	liq.	148	i.
Nitrite — —	$C^5H^{11}AzO^2$	117	0,902	liq.	95	
Oxyde — —	$(C^5H^{11})^2O$	158	0,80	liq.	175	i.
— — — actif.....	$(C^5H^{11})^2O$	158		liq.	170	i.
Pipéridine....................	$C^5H^{10}.AzH$	85		liq.	106	s.
Propionate d'amyle............	$C^5H^{11}.C^3H^5O^2$	144	< 1	liq.	100	i.
Sulfocyanure (iso) d'isoamyle,	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2.Az.CS$	129		liq.	183	i.
Sulfure —	$(C^5H^{11})^2S$	174		liq.	216	i.
Valérate d'amyle (iso)........	$C^5H^{11}.C^5H^9O^2$	172		liq.	196	ps.
Série hexylique.						
Hydrure d'hex. (hexane) norm.	$CH^3.(CH^2)^4.CH^3$	86	0,676/0°	liq.	71	i.
Propyldiméthylméthane........	$C^3H^7.CH.(CH^3)^2$	86	0,701/0°	liq.	62	i.
Diisopropyle..................	$(CH^3)^2.CH.CH.(CH^3)^2$	86	0,684/0°	liq.	58	i.
Ethyltriméthylméthane........	$C^2H^5.C.(CH^3)^3$	86		liq.	45	i.
Acide aconitique..............	$C^3H^3(CO^2H)^3$	174		186		18
— adipique................	$C^4H^8(CO^2H)^2$	101		148		ts.
— caproïque normal........	$C^5H^{11}.CO^2H$	116	0,928/20°	— 2	204	ps.
— — (iso).........	$(CH^3)^2CH.(CH^2)^2CO^2H$	116	0,925/20°	liq.	200	ps.
— — diéthylacét...	$(C^2H^5)^2CH.CO^2H$	116		liq.	190	ps.
— — diméthyléthylac	$(CH^3)^2.C^2H^5.C.CO^2H$	116		— 14	187	i.
— citrique..............	$C^3H^4(OH)(CO^2H)^3$, aq.	210	1,553	100	déc.	s.
— diéthoxalique..........	$(C^2H^5)^2.C(OH).CO^2H$	132		74,5	sub. 50	35
— mucique..............	$C^4H^4(OH)^4(CO^2H)^2$	210		déc.		ps.; b2.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide oxycaproïque (leucique).	$C^5H^{10}(OH)CO^2H$	132		73°	sub.°	s.
— tricarballylique	$C^3H^5.(CO^2H)^3$	176		158	déc.	40
Alcool hexylique normal	$CH^3.(CH^2)^4.CH^2OH$	102	0,833/0°	liq.	158	i.
— β (méthylbutylcarbinol) s.	$C^4H^9.CH^3$ CHOH	102	0,833/0°	liq.	137	ps.
— — éthylpropylcarbinol s.	$C^3H^7.C^2H^5.CHOH$	102	0,834/0°	liq.	135	ps.
— diméthylpropylcarb. t.	$(CH^3)^2.C(OH)C^3H^7$	102		liq.	115	i.
— diméthylisopropylcarb. t.	$(CH^3)^2C(OH)CH(CH^3)^2$	102	0,8364/0°	— 35	113	ps.
— diéthylméthylcarb. tert.	$(C^2H^5)^2C(OH)CH^3$	102			120	
— pinacolique secondaire	$(CH^3)^3C.CH(OH)CH^3$	102	0,8347	4	120,5	
Aldéhyde caproïque (iso)	$C^6H^{12}O$	100		liq.	121	ps.
Bromure de diallyle	$C^6H^{10}Br^4$	404		63		i.
Chlorure de β-hexyle	$C^4H^9.CHCl.CH^3$	121		liq.	125	i.
— pinacolique	$(CH^3)^3C.CHCl.CH^3$	121		ilq.	113	i.
Diallyle	$(C^3H^5)^2$	82	0,864	liq.	59	i.
Dipropargyle.	$(C^3H^3)^2$	78	0,81/18°	liq.	85	i.
Glycol hexylénique normal	$C^4H^9.CH(OH).CH^2OH$	118	0,967/0°	liq.	207	s.
— hydrate de diallyle	$(CH^2.CH^2.CH^2OH)^2$	118	0,920/0°	liq.	215	s.
— pinacone	$(CH^3)^2.C(OH).C(OH).(CH^3)^2$	118		38	172	s.
Hexoylène	C^6H^{10}	82		liq.	78	i.
Hexylène normal	$C^4H^9.CH:CH^2$	84	0,699/1°	liq.	67	i.
Iodure d'hexyle normal	$C^5H^{11}.CH^2I$	212	1,411/17°	liq.	179,5	i.
— de β-hexyle (secondaire)	$C^6H^{13}I$	212		liq.	167,5	i.
— pinacolique (secondaire).	$C^6H^{13}I$	212		liq.	142	i.
Leucine	$AzH^2.C^5H^{10}.CO^2H$	131		sub. 170	dec.	3,7
Pinacoline	$[(CH^3)^3C]^2O$	100	0,8233/0°	liq.	106	
Séries supérieures.						
Acide arachidique	$C^{20}H^{40}O^2$	312		75		i.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide azélaïque	$C^9H^{16}O^4$	188		106°		bs.
— béhénique (bénique)	$C^{22}H^{44}O^2$	340		76		
— béhénoléique	$C^{22}H^{40}O^2$	336		57,4		i.
— brassylique	$C^9H^{18}(CO^2H)^2$	216		108,5		ps.
— caprique	$C^{10}H^{20}O^2$	172	0,930/37°	30	269	ps. ; bs.
— caprylique	$C^8H^{16}O^2$	144	0,914/20°	16,5	236	ps. ; bs.
— cérotique	$C^{27}H^{54}O^2$	410		78	déc.	i.
— cimicique	$C^{15}H^{28}O^2$	240	< 1	44		i.
— élaïdique	$C^{18}H^{34}O^2$	282		44		i.
— érucique	$C^{22}H^{42}O^2$	338		33		i.
— hypogéique	$C^{16}H^{30}O^2$	254		33		i.
— laurique	$C^{12}H^{24}O^2$	200	> 1	43,6		i.
— margarique	$C^{17}H^{34}O^2$	270		60		i.
— mélissique	$C^{30}H^{60}O^2$	452		91		i.
— myristique	$C^{14}H^{28}O^2$	228		53,8		i.
— oléique	$C^{18}H^{34}O^2$	282	0,808/19°	14		i.
— œnanthylique normal	$C^7H^{14}O^2$	130	0,9345/0°	10,5	223	ps. ; bs.
— palmitique	$C^{16}H^{32}O^2$	256		62	348	i.
— pimélique	$C^7H^{12}O^4$	160		149	> 320	3
— sébacique	$C^{10}H^{18}O^4$	210		127		bs.
— stéarique	$C^{18}H^{36}O^2$	284	1,01	69,2	287 (10cm)	i.
— subérique	$C^8H^{14}O^4$	174		140		bs.
Alcool heptylique normal	$C^7H^{16}O$	116		liq.	176	i.
— pentaméthyléthylique	$C^7H^{16}O$	116		17	131	i.
— — — hydraté	$C^7H^{16}O$, 1/2 aq.	125		83	déc.	
— octylique normal	$C^8H^{18}O$	130	0,83/16°	liq.	190	i.
— cétylique	$C^{16}H^{34}O$	242		50	vol.	i.
— cérylique	$C^{27}H^{56}O$	396		79	déc.	i.

Corps.	Formules.	P. molé.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Alcool myricique	$C^{30}H^{62}O$	438		88°	déc.	i.
Aldéhyde œnanthyl., œnanthol.	$C^7H^{14}O$	114		liq.	155	ps.
Hydrure d'heptyle normal	C^7H^{16}	100	0,850/20°	liq.	97.5	i.
— d'octyle (pétrole)	C^8H^{18}	114	0,715	liq.	117	i.
— de nonyle —	C^9H^{20}	128	0,726	liq.	137	i.
— de décyle —	$C^{10}H^{22}$	142	0,741	liq.	160	i.
— d'undécyle —	$C^{11}H^{24}$	156	0,757	liq.	181	i.
— de lauryl —	$C^{12}H^{26}$	170	0,766	liq.	199	i.
— de cocinyle —	$C^{13}H^{28}$	184	0,778	liq.	219	i.
— de myristyle —	$C^{14}H^{30}$	198	0,796	liq.	238	i.
— de bényle —	$C^{15}H^{32}$	212	0,809	liq.	260	i.
— de palmityle —	$C^{16}H^{34}$	226	0,825	liq.	280	i.
Paraffine	C^nH^{2n+2}			45 — 65	> 300	i.
Rad. organo-métall.						
Cacodyle	$[(CH^3)^2As]^2$	210		— 6	170	ps.
— chlorure	$(CH^3)^2AsCl$	140	> 1	liq.	100	
— cyanure	$(CH^3)^2As.CAz$	131		30	40	
— oxyde	$[(CH^3)^2As]^2O$	226		liq.	150	
Mercure-amyle (iso)	$(C^5H^{11})^2Hg$	342	1,6663	liq.	déc.	i.
Mercure-éthyle	$(C^2H^5)^2Hg$	258	2,44	liq.	159	i.
Mercure-méthyle	$(CH^3)^2Hg$	230	3,07	liq.	94	i.
Stanno-diéthyle	$(C^2H^5)^2Sn$	176		liq.	déc.	
— — iodure	$(C^2H^5)^2SnI^2$	430		44,5	245	ps.
Stannotétréthyle	$(C^2H^5)^4Sn$	234	1,187	liq.	181	i.
Zinc-éthyle	$(C^2H^5)^2Zn$	123	1,182/18°	liq.	118	déc.
Zinc-méthyle	$(CH^3)^2Zn$	95	1,1386/10	liq.	46	déc.

(193) *Série*

Corps.	Formules.	Densités.
Benzine	C^6H^6	0,899
— chlorée	C^6H^5Cl	1,128
— bichlorée 1.2	$C^6H^4Cl^2$	1,327
— — 1.3	—	1,307
— — 1.4	—	
— trichlorée 1.2.4	$C^6H^3Cl^3$	1,446 à 26
— — 1.3.5	—	
— — 1.2.3	—	
— tétrachlorée 1.2.4.5	$C^6H^2Cl^4$	
— pentachlorée	C^6HCl^5	
— hexachlorée	C^6Cl^6	
Hexachlorure de benzine *a*	$C^6H^6Cl^6$	
— — *b*	—	
Benzine bromée	C^6H^5Br	1,517
— bibromée 1.2	$C^6H^4Br^2$	2,003
— — 1.3	—	1,955 à 18
— — 1.4	—	2,220
— tribromée 1.3.4	$C^6H^3Br^3$	
— hexabromée	C^6Br^6	
Phénol	C^6H^5OH	1,08
Thiophénol	$C^6H^5.SH$	1,078
Anisol	$C^6H^5OCH^3$	0,991
Phénétol	$C^6H^5OC^2H^5$	0,819
Oxyde de phényle	$(C^6H^5)^2O$	
Chlorophénol 1.2	$C^6H^4Cl.OH$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Tribromophénol 1.3.5	$C^6H^2Br^3.OH$	
Nitrophénol 1.2	$C^6H^4.OH.AzO^2$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Trinitrophénol 1.2.4.6	$C^6H^2.OH.(AzO^2)^3$	
Amidophénol 1.2	$C^6H^4.AzH^2.OH$	
— 1.4	—	
Nitrobenzine	$C^6H^5AzO^2$	1,2
Dinitrobenzine 1.2	$C^6H^4(AzO^2)^2$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Chloronitrobenzine 1.2	$C^6H^4.Cl.AzO^2$	
— 1.3	—	

aromatique.

Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
6	80,5	∞	∞	
—40	132	ts.	ts.	ts. dans C^6H^6
liq.	179			s. dans C^6H^6.
	172			—
sub. 53	172	bs.	s.	—
16	213			—
63,4	208,5			—
54	219	ps.		—
138	246	bps.	s.	—
86	277	ps; bs.	s.	—
226	326	bps.	s.	—
157	288	ps.		s. dans C^6H^6.
sub 310°		ps.		s. dans C^6H^6.
liq.	154	s.	ts.	
—1	223 sous 751			
liq.	220			
89,3	219			
44	276	ps.	s	
310		ps.	ps.	
40	183	∞	∞	
	168	s.	s.	
liq.	152	∞	∞	
172				
28	253	s.	s.	Odeur de géranium.
7	176	s.	s.	
28,5	214	s.	s.	
41	217	s.	s.	
95	sub.	s.		
45	214	s.	s.	Volat. avec vap. d'eau.
96		s.		
114		ts.	s.	
122		s.	s.	1 ; b. 5 ds 100 eau.
170	sub.	s.	s.	
déc. 184	sub.	s.	s.	
3	205	∞	∞	
117,9		s.	s.	s. dans l'eau.
90		ps.	s.	
172		ps. bts.	s.	
32,5				
44,4				

Corps.	Formules.	Densités.
Chloronitrobenzine 1.4	$C^6H^4.Cl.AzO^2$	
Dinitrochlorobenzine 1 2.4	$C^6H^3Cl(AzO^2)^2$	
Aniline	$C^6H^5.AzH^2$	1,036
Chroraniline 1.2	$C^6H^4ClAzH^2$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Dichloraniline 1.2.4	$C^6H^3AzH^2.Cl^2$	
Bromaniline 1.2	$C^6H^4Br.AzH^2$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Nitraniline 1.2	$C^6H^4.AzO^2.AzH^2$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Méthylaniline	$C^6H^5AzHCH^3$	
Diméthylaniline	$C^6H^5Az(CH^3)^2$	0,955
Ethylaniline	$C^6H^5.AzH.C^2H^5$	0,954 à 18
Diéthylaniline	$C^6H^5Az(C^2H^5)^2$	0,939 à 18
Diphénylamine	$(C^6H^5)^2AzH$	
Triphénylamine	$(C^6H^5)^3Az$	
Formanilide	$C^6H^5AzHCHO$	
Acétanilide	$C^6H^5AzHC^2H^3O$	1,1
Phénylglycocolle	$(C^6H^5)AzH.CH^2CO^2H$	
Oxanilide	$(C^6H^5AzH)^2C^2O^2$	
Phénylurée	$C^6H^5.AzH.CO.AzH^2$	
Diphénylurée symétrique	$(C^6H^5AzH)^2CO$	
— dissymétrique	$(C^6H^5)^2AzCO.AzH^2$	
Hydrazobenzol	$(C^6H^5)^2Az^2H^2$	
Azobenzide	$(C^6H^5)^2Az^2$	
Azoxybenzide	$(C^6H^5)^2Az^2O$	
p.Amidoazobenzol	$C^6H^5.Az^2.C^6H^4.AzH^2$	
Diamidoazobenzol	$C^6H^5.Az^2.C^6H^3(AzH^2)^2$	
Phénylhydrazine	$C^6H^5.AzH.AzH^2$	
Phénylène-diamine 1.2	$C^6H^4(AzH^2)^2$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Triamidobenzine 1.2.3	$C^6H^3(AzH^2)^3$	
Amidophénol 1.2	$C^6H^4.AzH^2.OH$	
— 1.4	—	
Sulfobenzide	$(C^6H^5)^2SO^2$	
Mercure-phényle	$(C^6H^5)^2Hg$	
Pyrocatéchine 1.2	$C^6H^4(OH)^2$	
Gaïacol	$C^6H^4.OH.OCH^3$	1,117

Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Observations.
83				
53.4				
—8	182	∞	∞	3 dans 100 eau.
liq.	207	s.	s.	
liq.	230	s.	s.	
70	231	s.	s.	
63°				
31,5	251	s.	s.	
18	251	s.	s.	
66	déc.	s.		
71		s.	s.	
114	285	s.	s.	
147		s.	s.	
—30 env.	192	s.	s.	
—3	198	s.	s.	
	204	s.	s.	
	213,5	s.	s.	
54	310	s.	s.	
127		ps.	s.	
46		s.	s.	s. dans l'eau.
112	295	s.	s.	
100		s.	s.	s. dans l'eau.
245	320	bps.	i.	s. dans C^6H^6.
147		s.	s.	ps; bs. dans l'eau.
235	260	s.	s.	ps dans l'eau.
189		s.	s.	
131	déc.	s.	s.	
66,5	293	s.	s.	
36	déc.	s.	s.	
126	au delà 360	s.	s.	
117		s.	s.	
23	242 sous 750	∞	∞	ps dans l'eau.
99	251	s.	s.	ps; bts dans l'eau.
63	287	s.	s.	i; bs. dans l'eau.
140	267	s.	s.	i. dans l'eau.
103	336	s.	s.	s. dans l'eau.
170	sub.	s.	s.	
184		s.	s.	
129	376 sous 722	bs.	s.	
120	déc.	ps.	ps.	
102	242	ts.	ts.	s. dans l'eau.
liq.	203			

Corps.	Formules.	Densités.
Vératrol	$C^6H^4(OCH^3)^2$	1,086
Résorcine 1.3	$C^6H^4(OH)^2$	
Trinitrorésorcine	$C^6H(OH)^2(AzO^2)^3$	
Hydroquinone. 1.4	$C^6H^4(OH)^2$	
Quinone	$C^6H^4O^2$	
Quinhydrone	$C^{12}H^{10}O^4$	
Chloranile	$C^6Cl^4O^2$	
Acide pyrogallique 1.2.3	$C^6H^6O^3$	
Phloroglucine 1.3.5	$C^6H^6O^3+2Aq.$	
Oxyhydroquinone 1.2.4	$C^6H^6O^3$	
Toluène	$C^6H^5CH^3$	0,882
— chloré 1.2	$C^6H^4.Cl.CH^3$	
— — 1.3	—	
— — 1.4	—	1,08 à 14
— bromé 1.2	$C^6H^4.Br.CH^3$	1,40 à 18
— — 1.3	—	
— — 1.4	—	
Nitrotoluène 1.2	$C^6H^4.AzO^2.CH^3$	1,16 à 24
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Binitrotoluène 1.2.4	$C^6H^3.CH^3.(AzO^2)^2$	
Toluidine 1.2	$C^6H^4.CH^3.AzH^2$	1,00 à 16
— 1.3	—	0,99 à 25
— 1.4	—	1,0017
Crésylol 1.2	$C^6H^4.CH^3.OH$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Orcine	$C^7H^8O^2+2Aq.$	
Homopyrocatéchine 1.3.4	$CH^3.C^6H^3)OH)^2$	
Créosol 1.3.4	$C^6H^3.CH^3.OCH^3.OH$	1,089
Alcool benzylique	$C^6H^5.CH^2OH$	1,063
Chlorure de benzyle	$C^6H^5.CH^2Cl$	1,113
Bromure —	$C^6H^5.CH^2Br$	1,438
Acétate —	$C^6H^5CH^2.C^2H^3O^2$	
Chlorobenzol	$C^6H^5.CHCl^2$	1,245
Phénylchloroforme	$C^6H^5.CCl^3$	1,38
Aldéhyde benzoïque	$C^6H^5.CHO$	1,05 à 15
Acide benzoïque	$C^6H^5.CO^2H$	1,084
Anhydride benzoïque	$(C^6H^5.CO)^2O$	
Chlorure de benzoyle	$C^6H^5.COCl$	1,233
Benzamide	$C^6H^5.COAzH^2$	
Acide hippurique	$C^9H^9AzO^3$	

Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
15	206			
112	271	ts.	ts.	ts. dans l'eau.
175	déc.	s.	s.	0,7; b. 2 ds 100 eau.
169	sub.	ts.	ts.	ts. dans l'eau.
116	sub.	s.	s.	ps. dans l'eau.
	déc. sub.	s.	s.	ps. dans l'eau; bs.
sub.	sub.	i; bs.	ps.	
115	210	s.	s.	40 dans 100 eau.
220		s.	s.	s. dans l'eau.
140,5		s.	s.	volatil avec vap. eau.
liq.	111	∞	∞	
	157			
	156			
6,5	160,5	s.	∞	
liq.	181	∞	∞	
liq.	182	∞	∞	
28,5	185,2	ts.	ts.	
liq.	219	s.	s.	
54	237	s.	s.	
71	300			
liq.	197	s.	s.	
liq.	197	s.	s.	
45	198	s.	s.	
31	185	s.	s.	
liq.	195	s.	s.	
36	198	s.	s.	
59	290	ts.	ts.	s. dans l'eau.
liq.		s.	s.	
	220	∞	∞	
liq.	206	∞	∞	
liq.	176	∞	∞	
liq.	201	∞	∞	
liq.	210	s.	s.	
liq.	206	s.	s.	
liq.	214	s.	s.	
liq.	180	∞	∞	3 dans 100 eau.
121	250	50;b. 100	ts.	0.3; b. 5,9 ds 100 eau.
42	310	ts.	s.	
liq.	199	s. déc.	s.	
125	290	s.	s.	i; bps. dans l'eau.
		s.	ps.	0,2; bs. eau

Corps.	Formules.	Densités.
Cyanure de phényle	$C^6H^5.CAz$	1,023
Acide chlorobenzoïque 1.2	$C^6H^4.Cl.CO^2H$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Aldéhyde nitrobenzoïque 1.2	$C^6H^4.AzO^2.CHO$	
— — 1.3	—	
— — 1.4	—	
Acide nitrobenzoïque 1.2	$C^6H^4.AzO^2.CO^2H$	
— — 1.3	—	
— — 1.4	—	
Acide amidobenzoïque 1.2	$C^6H^4.AzH^2.CO^2H$	
— — 1.3	—	1,51
— — 1.4	—	
Saccharine	$C^6H^4CO\ SO^2\ AzH$	
Anthranile	C^7H^5AzO	
Alcool anisique 1.4	$C^6H^4.OCH^3.CH^2OH$	1,11 à 26
Aldéhyde anisique 1.4	$C^6H^4.OCH^3.CHO$	1,09
— salicylique 1.2	$C^6H^4.OH.CHO$	1,173
Saligénine 1.2	$C^6H^4OH\ CH^2OH$	
Aldéhyde protocatéchique 1.3.4	$C^6H^3CHO.(OH)^2$	
Vanilline 1.2.4	$C^6H^3OH\ OCH^3.CHO$	
Pipéronal	$C^8H^6O^3$	
Acide salicylique 1.2	$C^6H^4.OH.CO^2H$	
— *m.* oxybenzoïque 1.3	—	
— *p.* oxybenzoïque 1.4	—	
Phtalide	$C^8H^6O^2$	
Acide anisique 1.4	$C^6H^4.OCH^3.CO^2H$	
— protocatéchique 1.3.4	$C^6H^3CO^2H(OH)^2$	
— gallique 1.3.4.5	$C^6H^2CO^2H(OH)^3+Aq$	
— tannique	$C^{14}H^{10}O^9+2Aq$	
— quinique	$C^6H^7(OH)^4CO^2H$	
Ethylbenzine	$C^6H^5.CH^2.CH^3$	0,866
Acétophénone	$C^6H^5COCH^3$	1,032
Cyanure de benzyle	$C^6H^5.CH^2.CAz$	1,015
Acide phénylacétique	$C^6H^5.CH^2.CO^2H$	1,3
Acide phénylglycolique	$C^6H^5.CHOH.CO^2H$	
Oxindol	C^8H^7AzO	
Isatine	$C^8H^5AzO^2$	
Xylène 1.2	$C^6H^4(CH^3)^2$	
— 1.3	—	0,877
— 1.4	—	0,86
p. Nitroxylène 1.2.4	$C^6H^3(CH^3)^2.AzO^2$	1,13 à 30

Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
—17	190,7	∞	∞	
137		s.	s.	0,1; bs. eau.
152		s.	s.	i; bs. eau.
236		s.	s.	i; bps. eau
46		s.	s.	
58		ts.	ts.	
106		s.	s.	volatil avec vap. d'eau.
145		ts.	ts.	0,7 dans 100 eau.
141		ts.	ts.	0,2; b. 10 ds 100 eau.
238		s.	s.	0,1 dans 100 eau.
145	sub.	s.	s.	
174		s.	s.	
187		s.	s.	
224		s.		
liq.	déc. 240	s.	s.	
25	258,8	∞	∞	
liq.	250	s.	s.	
—20	196	ts.	ts.	
82	sub.	s.	s.	bs. eau.
150		s.	s.	s. eau.
80	280	s.	s.	1,2 ds 100 eau; bts.
37	263	s.	∞	s. dans 600 p. eau.
156	déc. 230	s.	ts.	0,23; b. 8 ds 100 eau.
200	déc.	s.	s.	ps. eau.
210	déc.	ts.	ts.	ps. eau.
73	290	s.	s.	ps. eau.
175	275	s; bts.	s; bts.	
199		s.	s.	1; b. 33 ds 100 eau.
201		ts.	ts.	
		ts.	s.éth.an.	ts. eau.
162		s.	i.	40 dans 100 eau; bts.
liq.	134	∞	∞	
15	198			
liq.	231,7	s.	s.	
76,5	265	ts.	ts.	ps; bts. eau.
115		ts.	ts.	
120		s.	s.	
		bs.	s.	i; bs. eau.
liq.	142	∞	∞	
liq.	138	∞	∞	
16	136	ts.	ts.	
29	258	ps.		

Corps.	Formules.	Densités.
m. Nitroxylène 1.2.3	—	
p. — 1.3.4	—	1,135
o. — 1.2.3	$C^6H^3CH^3.AzO^2.CH^3$	1,112
m. — 1.3.5	$C^6H^3(CH^3)^2AzO^2$	
. — 1.2.4	$C^6H^3CH^3.AzO^2.CH^3$	1,132
p. Xylidine 1.2.4	$C^6H^3(CH^3)^2AzH^2$	1,075
m. — 1.2.3	—	0,991
p. — 1.3.4	—	0,918
o. — 1.2.3	$C^6H^3CH^3.AzH^2.CH^3$	0,972
. — 1.2.4	—	0,980
Acide toluique 1.2	$C^6H^4.CH^3.CO^2H$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Acide phtalique 1.2	$C^6H^4(CO^2H)^2$	
Anhydride phtalique	$C^6H^4(CO)^2O$	
Acide isophtalique 1.3	$C^6H^4(CO^2H)^2$	
Acide téréphtalique 1.4	—	
Mésitylène 1.3.5	$C^6H^3(CH^3)^3$	
Trinitromésitylène	$C^6(CH^3)^3(AzO^2)^3$	
Pseudocumène 1.3.4	$C^6H^3(CH^3)^3$	0,861
Ethyltoluène 1 2	$CH^3.C^6H^4.C^2H^5$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
Propylbenzine	$C^6H^5.CH^2.CH^2.CH^3$	0,881
Acide hydrocinnamique	$C^6H^5.CH^2.CH^2.CO^2H$	
Tyrosine	$C^9H^{11}AzO^3$	1,456
Cumène	$C^6H^5CH(CH^3)^2$	0,879
Acide hydratropique	$C^6H^5.CH.CH^3CO^2H$	
Durol 1.2.4.5	$C^6H^2(CH^3)^4$	
Cymène 1,4	$C^6H^4.CH^3.CH(CH^3)^2$	0,873
Pentaméthylbenzine	$C^6H(CH^3)^5$	
Hexaméthylbenzine	$C^6(CH^3)^6$	
Styrol	$C^6H^5CH{=}CH^2$	0,924
Allylbenzine	$C^6H^5.CH{=}CH.CH^3$	0,917
Alcool cinnamique	$C^6H^5.CH{=}CH.CH^2OH$	
Aldéhyde —	$C^6H^5.CH{=}CH.CHO$	
Acide —	$C^6H^5.CH{=}CH.CO^2H$	
Acide nitrocinnamique 1.2	$C^6H^4AzO^2{-}CH{=}CH{-}CO^2H$	
Acide atropique	$CH^2{=}C(C^6H^5){-}CO^2H$	
Coumarine	$C^9H^6O^2$	
Acide phénylpropiolique	$C^6H^5C{\equiv}C.CO^2H$	
Ac. nitrophénylpropiolique 1.2	$C^6H^4.AzO^2.C{\equiv}C.CO^2H$	

Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
	250			
2	238			
	225			
75	263			
	239			
49	226	s.	s.	
	223			
	212			
	222			
	215			
102		s.		ps; bs. eau.
105		s.		s; bts. eau.
177				
182	déc.	s.	s.	0,8 dans 100 eau; bs.
129	277	s.	s.	ps; b. déc. eau.
300	sub.	s.		i; bps. eau.
	300 sub.	i.	i.	
liq.	163	ts.	ts.	
232		ps.	ps.	s. dans benzine.
liq.	163	ts.	ts.	
	160			
	150			
	162			
	157	ts.		
48,7	279,8	s.	s.	
235		ps.	i.	
liq.	151	ts.	ts.	
	265			volatil avec vap. d'eau.
80	191	ts.	ts.	
liq.	175	ts.	ts.	
53	230	s.	s.	
164	264	s.	s.	
liq.	145	∞	∞	
	175	∞	∞	
33	250	s.	s.	
		s.	s.	
137	293	22	s.	i; bps. eau.
240		ps.		
107	267	s.		volatil avec vap. d'eau.
67	290	s.		ps; bs. eau.
137	sub.			s. eau et CS^2.
dé. 156		s.		s. eau.

Corps.	Formules.	Densités.
Diphényle	$C^{12}H^{10}$	
Benzidine 4.4	$AzH^2C^6H^4C^6H^4AzH^2$	
Diphényline 2.4	—	
Benzidinesulfone	$C^{12}H^6(AzH^2)^2SO^2$	
Carbazol	$(C^6H^4)^2AzH$	
Oxydiphényle 4	$C^{12}H^9OH$	
Cérulignone	$C^{12}H^4O^2(OCH^3)^4$	
Hydrocérulignone	$C^{12}H^4(OH)^2(OCH^3)^4$	
Hexaoxydiphényle	$C^{12}H^4(OH)^6$	
Fluorène	$(C^6H^4)^2CH^2$	
Diphénylène-acétone	$(C^6H^4)^2CO$	
Tolidine	$(C^6H^3)^2(AzH^2)^2(CH^3)^2$	
Acide o–diphénique	$C^{12}H^8(CO^2H)^2$	
Diphénylbenzine 1.4	$C^6H^4(C^6H^5)^2$	
Triphénylbenzine 1.3.5	$C^6H^3(C^6H^5)^3$	
Diphénylméthane	$C^6H^5CH^2C^6H^5$	
Benzhydrol	$(C^6H^5)^2CH.OH$	
Benzophénone	$(C^6H^5)^2CO$	
Benzylphénol	$C^6H^5.CH^2.C^6H^4OH$	
Triphénylméthane	$(C^6H^5)^3CH$	
Triphénylcarbinol	$(C^6H^5)^3COH$	
Tétraméthyldiamido-triphényl-carbinol	$C^6H^5C(OH)[C^6H^4Az(CH^3)^2]^2$	
Phénophtaléine	$C^{20}H^{14}O^4$	
Dibenzyle	$(C^6H^5CH^2)^2$	
Stilbène	$(C^6H^5CH=)^2$	
Tolane	$(C^6H^5\equiv C)^2$	
Hydrobenzoïne	$(C^6H^5.CHOH)^2$	
Benzoïne	$C^6H^5.CO.CHOH.C^6H^5$	
Désoxybenzoïne	$C^6H^5.CO\ CH^2C^6H^5$	
Benzile	$(C^6H^5.CO)^2$	
Benzopinacone	$(C^6H^5.C.OH)^2$	
Naphtaline	$C^{10}H^8$	0,977 à 80
Tétrachlorure de naphtaline	$C^{10}H^8Cl^4$	
Naphtaline monochlorée 1	$C^{10}H^7Cl$	
— 2	—	
Naphtaline bichlorée 1.2	$C^{10}H^6Cl^2$	
— 1.3	—	
— 1.4	—	
— 1.5	—	
— 1.6	—	
— 1.7	—	

Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Observations.
71	254	s.	s.	
122	déc. sub.	s.	s.	s. eau b.
45	362		...	
déc 350		i.	i.	
238	355	bs.	bs.	
165	308			dérivé acétylé fus. à 160.
		i.	i.	aig. bleues s. ds phénol.
190		bs.		
		s.		lamelles s. dans l'eau.
113	295	ps.	ts...	picrate fus. à 80.
84	vers 300	ts.	ts...	
128			...	lamelles brillantes.
229	sub.		...	
sub. 275	400	ps.	ps...	s. dans C^6H^6.
169	au-des. 360		s...	
26.5	262	s.	s...	
68	298	s.	s.	
49	295	s.	s.	
84	175 vide	s.		
93	355	s; bts.	s.	
109		s.	s.	
130				
250	s.			
52	285	s; bts.	ts.	
120	306	ps; bs.	s...	
60		s.	s	
134	sub.	3; bts.	s.	
137		ps; bs.	ps.	
60	314	s.		
92	347	s.	s.	
déc. 185		s.		
79,2	218	ps; bs.	ps; bs.	
182		ps.	ps.	
liq.	263			
61	257			
350		s.	s.	prismes dans l'alcool.
61		s.	s.	longues aiguilles —
67,5				— —
107		s.	s.	courtes aiguilles —
48		s.	s.	longues aiguilles —
62,5		s.	s.	petits agrégats. —

Corps.	Formules.	Densités.
Naphtaline bichlorée 1.8.....	$C^{10}H^6Cl^2$	
— 2.3.....	—	
— 2.6.....	—	
— 2.7.....	—	
Naphtaline trichlorée 1.2.3...	$C^{10}H^5Cl^3$	
— 1.2.4...	—	
— 1.2.5...	—	
— 1.2.6...	—	
— 1.2.7...	—	
— 1.3.5...	—	
— 1.3.6...	—	
— 1.3.7...	—	
— 1.3.8...	—	
— 1.4.7...	—	
— 1.4.8...	—	
— 2.3.7...	—	
— 2.3.8...	—	
Perchloronaphtaline	$C^{10}Cl^8$	
Naphtaline bromée 1	$C^{10}H^7Br$	
— 2	—	
Méthylnaphtaline 1	$C^{10}H^7CH^3$	
— 2	—	
Diméthylnaphtaline..........	$C^{10}H^6(CH^3)^2$	
Ethylnaphtaline 1	$C^{10}H^7C^2H^5$	
— 2	—	
Nitronaphtaline 1	$C^{10}H^7AzO^2$	
— 2	—	
Dinitronaphtaline 1.5	$C^{10}H^6(AzO^2)^2$	
— 1.8	—	
Naphtylamine 1	$C^{10}H^7AzH^2$	
— 2	—	
Méthyl α naphtylamine......	$C^{10}H^7AzHCH^3$	
di — α —	$C^{10}H^7Az(CH^3)^2$	
di — β —	—	
Ethyl α naphtylamine.......	$C^{10}H^7AzHC^2H^5$	
— β —	—	
di— α —	$C^{10}H^7Az(C^2H^5)^2$	
di— β —	—	
Phényl α naphtylamine......	$C^{10}H^7AzHC^6H^5$	
— β —	—	
α Dinaphtylamine...........	$(C^{10}H^7)^2AzH$	
β —	—	

Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Observations.
83		s.	s.	rhomboèdres ds l'alcool.
119,5		s.	s.	écailles nacrées —
135		s.	s.	longues aiguilles —
114		s.	s.	lames minces —
81		s.	s.	longues aiguilles —
92		s.	s.	aiguilles plates —
78,5		s.	s.	— larges —
92,5		s.	s.	— frêles —
84		s.	s.	— microscopiques.
103		s.	s.	— plates —
88		s.	s.	— fines —
113		s.	s.	— plates —
90		s.	s.	larges prismes —
66		s.	s.	aiguilles devenant opaq.
131		s.	s.	longues aiguilles —
91		s.	s.	petites lames —
109,5		s.	s.	longues aiguilles fines.
203	400	ps.		ts benzine et $CHCl^3$.
liq.	280	∞	∞	
68	282	s.	ts.	
liq.	240	s.	s.	picrate fus. à 117.
32	242	s.	s.	— 115.
liq.	vers 260	s.	s.	— 139.
liq.	259	s.	s.	— 98.
liq.	250	s.	s.	— 71.
61	304	s.	s.	
79				
216				
176				
50	300	s.	s.	
112	299	s.	s.	
liq.	293	s.	s.	
liq.	267	s.	s.	
46	305	s.	s.	
liq.	303	s.	s.	
liq.	191 vide	s.	s.	
liq.	290	s.	s.	
liq.	316sous717	s.	s.	
62	226 vide	s.	s.	
108	395	s.	s.	
113	310 vide	s.	s.	
171				

Corps.	Formules.	Densités.
αβ Dinaphtylamine	$(C^{10}H^7)^2AzH$	
Phénylnaphtylcarbazol	$C^6H^4.C^{10}H^6.AzH$	
Naphtène-diamine 1.2	$C^{10}H^6(AzH^2)^2$	
— 1.4	—	
— 1.5	—	
— 1.6	—	
— 1.8	—	
— 2.6	—	
— 2.7	—	
Naphtol 1	$C^{10}H^7OH$	
— 2	—	
α Nitroso-α-naphtol	$C^{10}H^7AzO^2$	
β —	—	
α Nitroso-β-naphtol	—	
Nitronaphtol 1.2	$C^{10}H^6AzO^2OH$	
— 1.4	—	
di — 1.2.4	$C^{10}H^5(AzO^2)^2OH$	
α dinaphtol	$C^{20}H^{12}(OH)^2$	
β —	—	
Acide naphtholsulfureux 1.2	$C^{10}H^6OH.SO^3H$	
— 1.4	—	
— 1.8	—	
— 2.7	—	
Dioxynaphtaline 1.2	$C^{10}H^6(OH)^2$	
— 1.4	—	
— 1.5	—	
— 1.6	—	
— 1.7	—	
— 1.8	—	
— 2.3	—	
— 2.6	—	
— 2.7	—	
Naphtoquinone 1.4	$C^{10}H^6O^2$	
— 1.2	—	
Naphtazarine	$C^{10}H^4O^2(OH)^2$	
Acide naphtoïque 1	$C^{10}H^7CO^2H$	
— 2	—	
Acide naphtalique 1.8	$C^{10}H^6(CO^2H)^2$	
Anhydride naphtalique	$C^{10}H^6(CO^2)^2O$	
Anthracène	$C^6H^4(CH)^2C^6H^4$	
Dichloranthracène 9.10	$C^{14}H^8Cl^2$	
Dibromanthracène 9.10	$C^{14}H^8Br^2$	

Points de fusion.	Points d'ébullition.	Solubilité dans 100 p. d'alcool.	Solubilité dans 100 p. d'éther.	Observations.
110		s.	s.	
130	440	ps.	ps.	
95				dérivé acétylé pf. 234°.
120				— 154°.
189				— 305°.
liq.				
66				
216				
161				
94	278	s.	s.	ps. eau bouillante.
122	286	s.	s.	—
déc. 190		ts.	ts.	
152		ts.	ts.	
106				volatil avec vap. d'eau.
128				
164				
138		ps.	ps.	
300°		s.	s.	
218		s.	s.	
101				aiguilles blanc. déliq.
déc. 170				tables transp. ts. ds H^2O.
154				ts. dans l'eau.
89				aiguilles.
60				dérivé diacétique pf. 105°.
176		ts.	ts.	— — 129°.
258		ts.	ts.	— — 159°.
135,5				— — 73°.
178		ts.	ts.	— — 108°.
137				— — 147°.
160				
215		ts.	ts.	— — 175°.
186		s.		— — 129°.
125	subl.	s.	ts.	volatil avec vap. d'eau.
déc. 115		s.	ts.	aiguilles rouges d. éther.
		s.	s.	se sublime vers 215°.
160		s.		ps. eau chaude.
184	au delà 300	s.	s.	
déc. 140		s.	ps.	
266		ps.	ps.	
213	au-des. 360	ps.	ps.	ts. dans benzine bouil.
209		ps.	ps.	ts. dans benzine.
221	sub.	ps.	ps	s. dans toluène chaud.

Corps.	Formules.	Densités.
α Anthrol	$C^{14}H^9OH$	
Anthranol	—	
Anthraquinone	$C^{14}H^8O^2$	
α Nitroanthraquinone	$C^{14}H^7(AzO^2)O^2$	
β —	—	
β Dinitroanthraquinone	$C^{14}H^6(AzO^2)^2O^2$	
α Oxanthraquinone	$C^{14}H^7O^2OH$	
β —	—	
Dioxyanthraquinone	$C^{14}H^6O^2(OH)^2$	
Alizarine 1.2	—	
Xanthopurpurine 1.3	—	
Quinizarine 1.4	—	
Anthrarufine 1.5	—	
Chrysazine 1.6	—	
	—	
Acide anthraflavique 1.7		
Hystazarine 2.3	—	
Métadioxyanthraquinone 2.6	—	
Acide isoanthrafluvique	—	
Isochrysazine	—	
Trioxyanthraquinones	$C^{14}H^5O^2(OH)^3$	
Purpurine 1.2.4	—	
Anthragallol 1.2.3	—	
Flavopurpurine 2.5.6	—	
Isopurpurine 1.2.7	—	
Oxychrysazine 3.4.8	—	
Acide rufigallique	$(OH)^3C^6H(CO)^2C^6H(OH)^3+2Aq$	
Méthylanthracène 2	$C^{14}H^9CH^3$	
Méthylanthraquinone	$C^{14}H^7O^2CH^3$	
Phénylanthracène	$C^{14}H^9C^6H^5$	
Phénanthrène	$(C^6H^4)^2C^2H^2$	
Phénanthrène quinone	$C^{14}H^8O^2$	
Fluoranthène	$C^{15}H^{10}$	
Pyrène	$C^{16}H^{10}$	
Rétène	$C^{18}H^{18}$	
Chrysène	$C^{18}H^{12}$	

Points		Solubilité dans 100 p.		Observations.
de fusion.	d'ébullition.	d'alcool.	d'éther.	
déc. 250		s.	s.	
167		s.	s.	dérivé acétylé f. à 126-131
277	sub.	ps.	ps.	
230°	sub.	ps.	ps.	s. dans benzine.
220	sub.	ps.	ps.	—
280		ps.	ps.	s. dans ac. acétique b.
191	sub.	s.	s.	dérivé acétylé fond à 179
323	sub.	s.	s.	— — 158.
282	sub. à 110	s.	s.	aiguilles rouges.
262		s.	s.	aiguilles jaunes brill. de l'ac. acétique.
193		s.	s.	paillettes rouge-jaunâtre de l'éther.
280		ps.	ps.	paillettes jaune clair de l'ac. acétique.
191		s.	s.	aiguilles rouge-brunâtre de l'ac. acétique.
	sub déc. 330	s.	ps.	aiguilles jaunes.
	sub déc. 260	s.	s.	aiguilles jaune-orangé de l'ac. acétique.
293	sub.	s.	s.	aiguilles jaunes.
	sub déc. 330	s.	ps.	—
180	sub.	s.		aig. rouge foncé de l'alc.
253	sub. 150	bs.	s.	aiguilles rouges.
	sub. 290	s.	s.	— noires.
au-des. 330	sub.	ts.	ps.	— jaunes.
vers 330		bts.	ps.	— oranges.
	sub.	s.		— rougeâtres.
	sub.	ps.	ps.	ts. acétone, cristaux bruns
203°	au-des. 360	ps.	ps.	ts. benzine et CS^2.
162		bs.	s.	
152		bts.	ts.	
99	340	2 ; bts.	ts.	sub.
198		bs.	s.	
110		bs.	s.	comb. picrique fus. à 182.
148		bps.	s.	— — 222.
98	390	s.	s.	— — 123.
250	436	ps.	ps.	

(196) *Dérivés de l'essence de térébenthine.*

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion	Points d'ébull.	Solubilité dans 100 p. d'eau.	d'alcool.	d'éther.	benzine.
			0	0				
Acide campholique.....	$C^{10}H^{18}O^{2}$		95	250		s.	s.	
— camphorique.....	$C^{10}H^{16}O^{4}$		176		1,1; b 12	ts.	ts.	
Anhydride camphorique.	$C^{10}H^{14}O^{3}$		217	> 270	ps.	ts.	ts.	
Bornéol	$C^{10}H^{18}O$		198	212	i.	ts.	ts.	
Camphène.............	$C^{10}H^{16}$	0,88/60°	45	160	i.	ts.	ts.	ts.
Camphre (laurinées)....	$C^{10}H^{16}O$	0,985	175	205	ps.	s.	s.	ts.
— monobromé...	$C^{10}H^{15}BrO$		76	274	i.	ps.	s.	ts.
Citrène................	$C^{10}H^{16}$	0,85/15	liq.	173	i.	∞	∞	∞
Chlorh. térébenthène...	$C^{10}H^{16},HCl$		115	208 déc.	i.	s.	s.	
Hydr. — (terpine).	$C^{10}H^{16},2H^{2}O+aq.$	1,1	103	250	0,5 ; b 5	7	bs.	
Menthène..............	$C^{10}H^{18}$		165					
Menthol	$C^{10}H^{19}OH$		42	212	ps.	s.	s.	
Térébène	$C^{10}H^{16}$	0,875	liq.	156	i.	∞	∞	∞
Térébenthène..........	$C^{10}H^{16}$	0,864/15°	liq.	160	i.	∞	∞	∞
Thymol	$C^{10}H^{14}O$		44	23c	0,3	bls.	ts.	
Thymoquinone.........	$C^{10}H^{12}O^{2}$		45,5	200	bs.	ps.	ts.	

(197) *Corps à chaînes fermées diverses.*

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion	Points d'ébullit.	Solubilité dans l'alcool.	Solubilité dans l'éther.	Remarques.
Furfurane. .	C^4H^4O	0,964		31,5	s.	s.	
Furfurol....	$C^4H^3O.CHO$	1,163		162	s.	s.	1 p. s. dans 12 p. eau.
Thiophène..	C^4H^4S	1,088		84	∞	∞	
Pyrrol	$C^4H^4.AzH$	0,975		131	s.	s.	ps. eau.
Iodol	$C^4I^4.AzH$		déc. 140		ps.		
Pyrazol	$C^3H^3.Az.AzH$		70	185			
Antipyrine..	$C^3H(CH^3)^2Az^2(C^6H^5)O$		113	déc.	s.	s.	s. eau.
Indol	$C^8H^6.AzH$		52	déc. 245	ts.	ts.	volatil avec vap. eau.
Oxindol....	$C^8H^6O.AzH$		120				s. eau.
Isatine. ...	$C^8H^5O^2Az$		201	sub.	bs.	s.	i; bs. eau.
Indigotine..	$C^{16}H^{10}Az^2O^2$			sub. 300	i.	i.	bs. aniline et nitrobenz.
Pyridine....	C^5H^5Az	1,003		114,5	∞	∞	∞ s. eau.
Pipéridine.	$C^5H^{11}Az$	0,881		106	∞	∞	—
Quinoléine..	C^9H^7Az	1,108		238	∞	∞	ps. eau froide.

(198) *Sels des acides organiques.*

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Solubilité dans 100 p. Alcool.	Solubilité dans 100 p. Éther.
Acétate d'ammonium	$C^2H^3O^2.AzH^4$	Décom.	ts.	s.	
— d'argent	$C^2H^3O^2Ah$		1	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^{0}.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Acétate de baryum............	$(C^2H^3O^2)^2Ba + aq$	aq. à 100	8; b 96	1; b1,5	i.
— de calcium.	$(C^2H^3O^2)^2Ca + aq$	eff.	23	4	i.
— de cuivre....	$(C^2H^3O^2)^2Cu + aq$	eff.	7; b 20	7	i.
— de magnésium........	$(C^2H^3O^2)^2Mg$		100	ts.	
— de plomb....	$(C^2H^3O^2)^2Pb + 3aq$	3aq. à 100	66; b 200	s.	i.
— de potassium..........	$C^2H^3O^2K$		190; b 800	30; b 50	i.
— de sodium............	$C^2H^3O^2Na + 3aq$	eff.	28; b 204	45	i.
— de zinc..	$(C^2H^3O^2)^2Zn + 5aq$	eff.	s.	s	i.
Benzoate d'ammonium........	$C^7H^5O^2.AzH^4$		ts.	ts.	
— de calcium..........	$(C^7H^5O^2)^2Ca + 2aq$	2 aq. à 120	3,5; bts.	ps.	
— de potassium........	$C^7H^5O^2K + aq$	aq. à 100	ts.	s.	
— de sodium..........	$C^7H^5O^2Na$		s.	ps.	
Butyrate de calcium...........	$(C^4H^7O^2)^2Ca + n\,aq$	n aq. avant 140	18	ps.	
Citrate d'ammonium..........	$C^6H^6O^7(AzH^4)^2$		s.	s.	
— de calcium............	$(C^6H^5O^7)^2Ca^3 + 2aq$	2aq. à 200	ps.	i.	
— de fer (proto-)..........			ts.	i.	
— — (per-)......	$(C^6H^5O^7)^2Fe^2 + 6aq$	3 aq. à 130; 3 à 150	ts.	i.	
— — ammon...... ..			ts.	i.	
— de magnésium........	$(C^6H^5O^7)^2Mg^3 + 14aq.$	14aq. à 210	ts.	i.	
— de potassium..........	$C^6H^5O^7K^3 + aq$	aq. à 200	ts.	i.	
— de sodium............	$(C^6H^5O^7Na^3)^2 + 11aq$	7aq. à 100; 4 à 200	40	ps.	
Éthylsulfate de baryum........	$(C^2H^5SO^4)^2Ba + 2aq$	2aq. d. vide.	1; bts.	s.	i.
— de calcium.......	$(C^2H^5SO^4)^2Ca + 2aq$	aq. à 80	1; bts.	s; bts.	i.
— de plomb..........	$(C^2H^5SO^4)^2Pb + 2aq$	2aq. d. vide.	ts.	ts.	i.
— de potassium......	$C^2H^5SO^4K$		125; bts.	tps.	i.
— de sodium.........	$C^2H^5SO^4Na + aq$	aq. d. vide.	160	s; bts.	i.
Formiate d'ammonium........	$CHO^2.AzH^4$		ts.	ps.	i.
— de calcium.........	$(CHO^2)^2Ca$		10	i.	i.

Sel.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Formiate de plomb	$(CHO^2)^2Pb$(qq f. + aq)	aq. à 100	2,7	i.	i.
— de potassium	CHO^2K		ts.	ps.	tps.
— de sodium	CHO^2Na(qq f. + aq)	effl.	50	ps.	i.
Lactate de calcium	$(C^3H^5O^3)^2Ca + 5aq$	5aq. d. vide.	11; bts.	0,2; b 90	i.
— de cuivre	$(C^3H^5O^3)^2Cu + 2aq$	2aq. d. vide.	15; b 45.	1; b 4	i.
— de fer (proto-)	$(C^3H^5O^3)^2Fe + 3aq$	3aq. d. vide.	2; b 8	i; bps.	
— de sodium	$C^3H^5O^3Na$		ts.	ts.	i.
— de zinc	$(C^3H^5O^3)^2Zn + 3aq$	3aq. à 160	2; b 15	i.	
Paralactate de calcium	$(C^3H^5O^3)^2Ca + 4aq$	4aq. à 100	9; bts.	bts.	i.
— de cuivre	$(C^3H^5O^3)^2Cu + aq$	aq. d. vide.	2; b 80	ts.	
— de zinc	$(C^3H^5O^3)^2Zn + 2aq$	2 aq. 120	18; b 40	45; bts.	i.
Malate de calcium	$(C^4H^4O^5)Ca + 2aq$	aq 100; aq 180	ts.		
Oléate de calcium				s.	s.
— de plomb		fond à 80°			s.
— de potassium	$C^{18}H^{33}O^2K$		25	2; b 1	b 3
Oxalate d'ammonium	$C^2O^4(AzH^4)^2 + aq$	eff.	33	i.	i.
— de baryum	$C^2O^4Ba + aq$	aq. à 150	0,04	i.	i.
— de calcium	C^2O^4Ca + aq et 3aq	*n*aq. à 150	i.	i.	i.
— de fer (proto-)	$C^2O^4Fe + 2aq$	aq. à 160	0,05b0,03	i.	i.
— de potassium	$C^2O^4K^2 + aq$	aq. à 160	33	i.	i.
— de — (bi-)	$C^2O^4KH + aq$		2,5; b 17	b 3	i.
— de — (tétra-)	$C^2O^4KH + C^2O^4H^2 + 2aq$	2aq. à 128	5		
— de sodium	$C^2O^4Na^2$		3,5; b 7		
Palmitate de potassium	$C^{16}H^{31}O^2K$		p.s;ex.déc.	s; bts.	i.
— de sodium			déc.	ps; b 5	
Picrate d'ammonium	$C^6H^2Az^3O^7AzH^4$		s.	ps.	
— de baryum	$(C^6H^2Az^3O^7)^2Ba + 5aq$	5aq. vers 100	ts.		
— de potassium	$C^6H^2Az^3O^7K$		0,4; b 7	i.	

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Stéarate de plomb	$(C^{18}H^{35}O^2)^2Pb$.		i.	ps.	ps.
— de potassium	$C^{18}H^{35}O^2K$		b4	ps; b 15	i.
— de sodium	$C^{18}H^{35}O^2Na$		tps.	0,2; b 5	i.
Succinate d'ammonium	$C^4H^4O^4(AzH^4)^2$		ts.	ts.	
— de calcium	$C^4H^4O^4Ca + 3aq$	3aq. à 150	ps.	i.	
— de plomb	$C^4H^4O^4Pb$ (à 100^0)		tps.	i.	
— de potassium	$C^4H^4O^4K^2 + 2aq$	2aq. à 100	ts.	s.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^4Na^2 + 6aq$	6aq. à 100	s; bts.	s.	i.
Tartrate d'ammonium (bi-)	$C^4H^5O^6AzH^4$		2; bts.		
— antim. pot. (émétique)	$C^4H^4O^6K(SbO) + 1/2aq$	1/2aq. à 100	7; b 53	i.	
— de calcium	$C^4H^4O^6Ca + 4aq$	3aq. à 150	0,08; b 0,28	i.	i.
— de — (bi-)	$(C^4H^5O^6)^2Ca$		0,7; bs	i.	
— de fer (per-)			s.	i.	
— — et potassium			s.	i.	
— de plomb	$C^4H^4O^6Pb$		i.		
— de potassium	$(C^4H^4O^6K^2)^2 + aq$	aq. à 180	150	b 0,4	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6K$		0,48; b 7	i.	i.
— — et sodium	$C^4H^4O^6NaK + 4aq$	3aq 100 aq 195	50 env.	i.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^6Na^2 + 2aq$	2aq. à 200	30 env.; bts.	i.	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6Na + aq$	aq. à 108	10; b 55	i.	i.
Paratartrate d'ammonium (bi-)	$C^4H^5O^6(AzH^4)$		1; bts.	i.	i.
— de calcium	$C^4H^4O^6Ca + 4aq$	4aq. à 200	i.	i.	i.
— de potassium	$C^4H^4O^6K^2 + 2aq$	2aq. à 100	100; bts.	i.	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6K$		0,5; b 7	i.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^6Na^2$		38	i.	i.
Urate d'ammonium (bi-)	$C^5H^3Az^4O^3(AzH^4)$		0,06; bs.	i.	i.
— de potassium	$C^5H^2Az^4O^3K^2$		2,5; b 3	ps.	i.
— — (bi-)	$C^5H^3Az^4O^3K$		0,13; b 1,3	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p.		
			Eau.	Alcool.	Ether.
Urate de sodium...............	$C^5H^2Az^4O^3Na^2 + aq$	aq. à 140°	1,6	ps.	i.
— — (bi-)..........	$C^5H^3Az^4O^3Na + \frac{1}{2}aq$	$^1/_2$ aq. à 170	0,08 ; b 0,8	i.	i.
Valérate d'ammonium.........	$C^5H^9O^2(AzH^4)$		ts.	ts.	
— de potassium.........	$C^5H^9O^2K$	déliq.	ts.	28	
— de sodium............	$C^5H^9O^2Na$	déliq.	ts.	ts.	
— de zinc...	$(C^5H^9O^2)^2Zn$		2 ; b 2,5	6	0,2 ; b 5

(199) *Amines volatiles et Amides.*

Amides.	Formules.	Points de		Solubilité dans 100 p.		
		Fusion.	Ébullition.	Eau.	Alcool.	Éther.
Formiamide...........	$CHO.AzH^2$	liq.	192°	s.	s.	i.
Acétamide.............	CH^3COAzH^2	78	222	ts.	ts.	ts.
Oxamide	$(COAzH^2)^2$		déc.	0,01 ; bps.	i.	i.
Diéthyloxamide	$[COAzH(C^2H^5)]^2$		déc.	s.	s.	
Diéthyloxamate d'éthyle.	$COAz(C^2H^5)^2CO^2C^2H^5$	liq.	260			
Oxaméthane...........	$COAzH^2—CO.OC^2H^5$	110	220	s.	ps ; bts	
Urée............... ..	$CO(AzH^2)^2$	132	déc.	100 ; bts.	20 ; b100	i.
Éthylurée	$CO.AzH^2.AzHC^2H^5$	92	déc.	s.	s.	
Diéthylurée....... ...	$CO.AzH^2.Az(C^2H^5)^2$	112,5	263	s.	s.	s.
Uréthane...	$COAzH^2.OC^2H^5$	49	180	s.	s.	s.
Biuret................	$(COAzH^2)^2AzH$	190	déc.	s.	ts.	
Allophanate d'éthyle....	$C^4H^8Az^2O^3$	190	sub.	i ; bts.	ps.	bps.
Acétylurée	$COAzH^2.AzH(C^2H^3O$	vers 200	déc.	ts.	1 ; b 10	i.
Glycocolle............	$CH^2AzH^2—CO^2H$	vers 170	déc.	23	0,1	i.
Sarcosine	$CO^2H—CH^2AzHCH^3$	100 déc.		s	tps.	i.
Alanine............ ..	$CH^3.CHAzH^2.CO^2H$	subl. 200	déc.	21,7 ; bts.	0,2	i.

Amides.	Formules.	Points de Fusion.	Points de Ébullition.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Solubilité dans 100 p. Alcool.	Solubilité dans 100 p. Éther.
Leucine	$C^6H^{13}AzO^2$	170°	déc.°	3,7; bts.	0,1	i.
Acide cyanurique	$(CO.AzH)^3$		dissocié	2,5; bts.	i; bs.	
Cyanurate d'éthyle	$(CO.AzC^2H^5)^3$	95	253	i; bps.	s.	s.
Cyanamide	$C(AzH)^2$	40	polyméris.	s.	s.	s.
Guanidine	$C.AzH.(AzH^2)^2$			s.	s.	
Créatine	$C^4H^9Az^3O^2 + H^2O$	déc.		1,3; bs.	0,011	i.
— ZnCl²	$(C^4H^9Az^3O^2)^2ZnCl^2$	déc.		ps; bdec.	i.	i.
Créatinine	$C^4H^7Az^3O$	déc.		9; bts.	1; bs.	
— ZnCl²	$(C^4H^7Az^3O)^2ZnCl^2$	déc.		1,8; b3,6	0,2	i.
Alloxane	$C^4H^2Az^2O^4$	déc.		ts.	s.	
Acide dialurique	$C^4H^4Az^2O^4$	déc.		ps.		
Acide barbiturique	$C^4H^4Az^2O^3$	déc.		ps; bts.		
Allantoïne	$C^4H^6Az^4O^3$	déc.		0,6; b 3,3	s.	i.
Hydantoïne	$C^3H^4Az^2O^2$	206		s; bts.		
Acide urique	$C^5H^4Az^4O^3$	déc.		0,007; bo,06	i.	i.
Xanthine	$C^5H^4Az^4O^2$	déc.		bps.	i.	i.
Guanine	$C^5H^5Az^5O$	déc. 250°		i.	i.	i.
Hypoxanthine	$C^5H^4Az^4O$	déc.		0,33; b1,3	0,1	
Taurine	$C^2H^7AzSO^3$	déc.		6; bts.	i.	i.
Asparagine	$C^4H^8Az^2O^3 + H^2O$	déc.		1,8; b 23	i; bo,14	i.
Acide aspartique	$C^4H^7AzO^4$	déc.		0,4; b 5,4	i.	
Méthylamine	$AzH^2.CH^3$	gaz	— 3	ts.	ts.	ts.
Triméthylamine	$Az(CH^3)^3$	liq.	9,3	ts.	∞	∞
Éthylamine	$AzH^2.C^2H^5$	liq.	18,7	∞	∞	∞
Amylamine	$AzH^2.C^5H^{11}$	liq.	95	∞	∞	∞
Conicine	$C^8H^{15}Az$	liq.	163,5	1	ts.	ts.
Nicotine	$C^{10}H^{14}Az^2$	liq.	250	ts.	ts.	ts.

(200) *Alcaloïdes naturels.*

Alcaloïdes.	Formules.	Points de Fusion.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Huile d'olives	Éther.	Chloroforme.	Pétrole.	Benzine.
		0							
Aconitine....	$C^{30}H^{47}AzO^7$	120	0,02; b 0,3	22	2,6	50	40	i.	ps.
Atropine....	$C^{17}H^{23}AzO^3$	90	0,3; b 2	40; bts.	3	3; b 15	30	i.	3
Brucine....	$C^{23}H^{26}Az^2O^4 + 4aq.$		0,32; b 0,7	ts.	1,7	i.	56,7	ps.	1,7
Caféine.....	$C^8H^{10}Az^4O^2$		1; b 10	1; b 5		0,2	11	i.	s.
Cantharidine	$C^{10}H^{12}O^4$	210	i.	0,12; b 2,2		3	1,20		0,5
Cinchonidine	$C^{20}H^{24}Az^2O$	206,5	0,04; b 0,07	8,5		1,3			
Cinchonine..	$C^{20}H^{24}Az^2O$	240	0,02; b 0,4	0,7; b 2	1	0,3	4,3		bs.
Codéine.....	$C^{18}H^{21}AzO^3 + aq.$	100	1,3; b 5,9	ts.		s.		i.	ts.
Digitaline...	$nC^5H^8O^3$		i.	8; b 17		i.	tp.		i.
Émétine.....	$C^{20}H^{30}Az^2O^5$		ps.	s.		i.	s.	s.	s.
Esérine.....	$C^{15}H^{21}Az^3O^2$		ps.	s.		s.	s.	i.	s.
Morphine....	$C^{17}H^{19}AzO^3 + aq.$		0,1; b 0,2	2; b 4	i.	s.	0,6		i.
Narcéine....	$C^{23}H^{29}AzO^9$	145,2	0,1; b 0,4	0,1; bs.		i.			i.
Narcotine...	$C^{22}H^{23}AzO^7$	176	0,06; b 0,15	1; b 4	1,25	1; b 2,5	34		5
Papavérine..	$C^{20}H^{21}AzO^4$	147	i.	ps; bs.		ps.		i; bs.	2,7
Pipérine....	$C^{17}H^{19}AzO^3$		i; bps.	3; b 100		1	s.	s.	s
Quinidine...	$C^{20}H^{24}Az^2O^2 + 2aq.$	168	0,05	5		3	ps.		ps.
Quinine.....	$C^{20}H^{24}Az^2O^2 + 3aq.$	120	0,2; b. 0,5	15; b 50	4,2	2	17,5	s.	s.
Santonine...	$C^{15}H^{18}O^3$	169	0,02; b. 0,4	12; b 35		1,4; b 2,5	23		
Solanine...	$C^{43}H^{69}AzO^{16}$	235	i; b. 0,013	0,2; b 0,8	ps.	0,03			i.
Strychnine..	$C^{21}H^{22}Az^2O^2$		0,02; b. 0,04	0,8; b 10	1	i.	14		0,6
Thébaïne....	$C^{19}H^{21}AzO^3$.	193	i.	10		ts.			5,27
Théobromine	$C^7H^8Az^4O^2$.		0,1	0,07; b 2		0,06; b 0,2		i.	i.
Vératrine....	[illegible]$H^{52}Az^2O^8$	115	i; b. 0,1	ts.	1,7	15	58,5		s.

(201) *Sels des alcaloïdes.*

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p.	
			Eau.	Alcool.
Aconitine, chlorhydrate	$C^{30}H^{47}AzO^7.2HCl + aq.$		s.	
Atropine, sulfate	$(C^{17}H^{23}AzO^3)^2H^2SO^4$		s.	
— valérate	$C^{17}H^{23}AzO^3.C^5H^{10}O^2 + aq.$	aq. à 100	s.	s.
Brucine, sulfate	$(C^{23}H^{26}Az^2O^4)^2H^2SO^4 + 7aq.$	7aq. à 130	s.	ps.
Cinchonine, chlorhydrate basique	$C^{20}H^{24}Az^2O.HCl + 2aq.$	2aq. à 100	4,1	76,9
— sulfate basique	$(C^{20}H^{24}Az^2O)^2H^2SO^4 + 2aq.$	2aq. à 100	1,5; b. 7	15; b. 60
Codéine, chlorhydrate	$C^{18}H^{21}AzO^3.HCl + 2aq.$	2aq. à 120	5; b. 100	
Conicine —	$C^8H^{15}Az.HCl$		ts.	s.
Morphine, acétate			4; bs.	ps.
— chlorhydrate	$C^{17}H^{19}AzO^3.HCl + 3aq.$	3aq. à 130	5; b. 100	2; b. 10
— sulfate	$(C^{17}H^{19}AzO^3)^2H^2SO^4 + 5aq.$	5aq. à 130	50	s.
Narcotine, chlorhydrate	$C^{22}H^{23}AzO^7.HCl$		s.	
Quinine, arséniate			s.	
— azotate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.HAzO^3 + \frac{1}{2} aq.$	$\frac{1}{2}$aq. à 100	s.	
— chlorhydrate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.HCl + aq.$		4; bts.	
— chloroplatinate	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2.HCl)^2PtCl^4 + 2aq.$	2 aq. à 140	0,07; b. 0,8	1; b. 0,05
— citrate	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2C^6H^8O^7 + 5aq.$	5aq. à 100	0,1; b. 3	2; b. 30
— ferrocyanure	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2H^4FeCy^6 + 4aq.$		ps; bs.	
— hypophosphite	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.PH^3O^2$		2; bs.	
— lactate			s.	
— sulfate acide	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.H^2SO^4 + 7\frac{1}{2} aq.$	7$\frac{1}{2}$aqd. air sec	9; bts.	bts.
— — neutre	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2.H^2SO^4 + 7aq.$	7aqd. air sec	0,15; b. 3	1; b. 15
— valérianate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.C^5H^{10}O^2 + 12aq.$	12aq. à 90	1; b. 2,5	15; b. 100
Strychnine, azotate	$C^{21}H^{20}Az^2O^2.HAzO^3$		2; b. 50	2; b. 50
— chlorhydrate	$C^{21}H^{20}Az^2O^2.HCl + aq.$	aq. à 120	2	
— sulfate	$(C^{21}H^{20}Az^2O^2)^2H^2SO^4 + 7aq.$	7aq. à 135	2	

(202) *Sucres*

Sucres.	Eau de crist.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Ether.	P. de fusion.
			Sucre $C^5H^{10}O^5$.			
Arabinose ..			s.	ps.	i.	160°
			Sucre $C^5H^{12}O^5$.			
Arabite... .			s.	ps.	i.	102
			Sucres $C^6H^{14}O^6$			
Mannite.....			16; bts.	0,06; bs.	i.	165
Dulcite......			4; bts.	i.	i.	182
Sorbite	½ aq.		s.	s.		110
			Sucres $C^6H^{12}O^6$ (*réduisant la liqueur de Fehling*).			
Glucose.....	1 aq.	aq. à 90°	81; b. ext. s.	2; b. 20	i.	+aq.82
Lévulose....			ts.	ps	i.	
Sorbine.....			200	bps.		
Galactose ...			bts.	ps.	i.	162
			Sucre $C^6H^{12}O^6$ (*ne réduisant pas cette liqueur*).			
Inosite	2 aq.	2 aq. à 100	15; bts.	i.	i.	224
			Sucres $C^{12}H^{22}O^{11}$.			
Saccharose..			300; bts.	i; b. 2	i.	160
Lactose.....	1 aq.	aq. à 140°	20; b. 40	i.	i.	
Maltose.....	1 aq.	aq. à 100°	ts.	s.		
			Sucres $C^6H^{12}O^5$.			
Quercite			10; bts.	bps.	i.	223
Pinite.......			ts.	i; bps.	i.	150
			Sucre $C^7H^{16}O^7$.			
Perséite.			s.	bps.	i.	188
			Glucosides.			
Amygdaline $C^{20}H^{27}AzO^{11}$..	3 aq.	3 aq. à 120	8; bts.	0,1; b. 9	i.	200
Salicine $C^{13}H^{18}O^7$...			7; bts.	ps.	i.	120
Coniférine $C^{16}H^{22}O^8$..	2 aq.	2 aq. à 100	0,5; bs.	i.	i.	185
Populine $C^{20}H^{22}O^8$...	2 aq.	2 aq. à 100	0,05; b1,3	1; bs.	ps.	180
			Matières amylacées $C^6H^{10}O^5$.			
Dextrines.			s.	i.	i.	
Gomme arabique.. ..	½ aq.	½ aq. à 120	s.	i.	i.	
Amidon.....			i. se gonfle	i.	i.	

(203) *Chimie biologique.*

Cholestérine........	Alcool $C^{27}H^{44}O$, fus. 145°, i. eau; s. 1 p. alcool froid; ts. alcool bouillant, éther, benzine, $CHCl^3$.
Bilirubine........	$C^{16}H^{18}Az^2O^3$, ps. eau, alcool, éther; ts. chloroforme, benzine, CS^2 bouillant, alcalis.
Biliverdine......	$C^{16}H^{20}Az^2O^5$, i. eau, éther, $CHCl^3$; s. alcalis et carbonates alc., acide acétique glacial.
Acide glycocholique	$C^{26}H^{43}AzO^3$, ps. eau froide et éther; ts. eau bouillante et alcool; déc. en glycocolle et acide cholalique; pr. par acétate de plomb.
Ac. taurocholique.	$C^{26}H^{45}AzSO^7$, s. eau et alcool; i. éther; déc. en taurine et acide cholalique; pr. par sous-acétate de plomb.
Acide cholalique:	$C^{24}H^{40}O^5$ + aq. crist. dans l'éther ou 2 ½ aq. crist. dans l'alcool; ps. eau.
Chondrine........	S. eau bouillante, coagulée à froid; pr. par alcool et ensuite sol. eau; pr. acides et sels, sol. dans excès.
Gélatine........	Comme chondrine; pr. par tannin.
Albumine........	Sol. eau, coagulée à 72° et ensuite insol.; pr. par alcool et acides minéraux sauf PO^4H^3, puis insol. dans eau; rien avec ac. acétique; solut. pr. par éther.
Sérine............	Comme albumine; la solut. ne pr. pas par éther.
Paraglobuline....	Solut. pr. par CO^2, acides et métaglobuline; sol. alcalis étendus et NaCl.
Métaglobuline.....	Solut. pr. par CO^2, acides, alcool éthéré, sels, et paraglobuline.
Fibrine...........	I. eau, sol. $KAzO^3$; décompose eau oxygénée.
Myosine..........	Coagulée par eau froide, alcool, sels concentrés; HCl la transforme en syntonine.
Syntonine........	I. eau, sol. acides organiques, HCl et alcalis étendus.
Caséine...........	Non coagulée par chal.; pr. par alcool, acides, sels et pepsine; sol. excès acides organiques.
Hémoglobine......	0,43 % Fe; cristallisé; spectre d'absorption; solut. décomp. par chal. et acides, pr. par alcool.
Hématine.........	$C^{96}H^{102}Fe^3Az^{12}O^{18}$ i. eau, alcool, éther, $CHCl^3$, ac. étendus; sol. acide acétique glacial, alcool acidulé et alcalis.
Pepsine...........	Sol. eau et glycérine; i. alcool. Digère fibrine.
Mat. albuminoïdes.	$C^{72}H^{112}Az^{18}SO^{22}$; solut. pr. par tannin, ferrocyanure, chlorure mercurique, acétate et sous-acétate de plomb; col. rouge avec réactif de Millon.

(Voy. aussi table 199, et *tyrosine*, table 196.)

(204) *Note pour l'usage des tables* 192 *à* 202.

Ces tables comprennent presque tous les sels, alcools, éthers, acides, etc., employés dans l'industrie ou la pratique courante du laboratoire. Les documents qu'elles renferment se rapportent aux corps tels qu'on les trouve habituellement dans le commerce; les sels de la chimie minérale sont indiqués avec leur eau de cristallisation. Dans la partie qui a trait à la chimie organique, nous avons eu soin de spécifier les isoméries, telles qu'on les admet dans l'état actuel de la science et, spécialement pour la série aromatique, nous avons adopté la classification en trois séries, *ortho*, *méta* et *para*. Les abréviations employées se comprennent facilement. Dans la table 198, la colonne indiquant la perte d'eau des sels par la chaleur est disposée ainsi : soit le tartrate de potassium et sodium, $C^4H^4O^6KNa + 4aq$; en regard on trouve 3aq.100 aq.135; cela veut dire que sur 4aq, il en perd 3 à 100° et le reste à 135°. Pour ce qui regarde la solubilité, le signe *b* placé devant un chiffre ou un signe tel que *s.* ou *ts.* indique la solubilité dans le dissolvant bouillant; ainsi : urate de potassium 2,5; b 3, signifie que vers 15°, 100 parties d'eau dissolvent 2,5 p. d'urate de potassium; et à l'ébullition 3 p. Les signes *p*, *m*, *o* placés dans la table 196 devant les formules ou les noms des corps, indiquent l'isomérie dans la série para, méta ou ortho, d'après la théorie de M. Kekulé. Les densités se rapportant à 0°, à moins d'indication spéciale.

Section VII. — Solubilités.

(205) *Solubilité de l'air dans l'eau.*

1 volume d'eau sous une pression de 0m,76 de mercure à t°.C. dissout		1 volume d'eau sous une pression de 0m,76 de mercure à t°.C. dissout	
Température.	Volume.	Température.	Volume.
0	0,02471	11	0,01916
1	0,02406	12	0,01882
2	0,02345	13	0,01851
3	0,02287	14	0,01822
4	0,02237	15	0,01795
5	0,02179	16	0,01771
6	0,02128	17	0,01750
7	0,02080	18	0,01732
8	0,02034	19	0,01717
9	0,01992	20	0,01704
10	0,01953		

(206) *Brome.*

100 parties d'eau dissolvent					
Températ.	Brome.	Températ.	Brome.	Températ.	Brome.
°		°		°	
5	3,600	15	3,226	25	3,167
10	3,327	20	3,208	30	3,126

(207) *Solubilité du soufre dans les huiles de houille.*

Température.	Benzine bouillant de 80 à 100° D = 0,87	Benzine bouillant de 85 à 110° D = 0,88	Benzine bouillant de 120 à 200° D. = 0,882	Benzine bouillant de 150 à 200° D. = 0,885	Huile lourde bouillant de 210 à 300° D. = 1,01	Huile lourde bouillant de 220 à 300° D = 1,02
° 15	2,1	2,5	2,5	2,6	6	7
30	3,0	4,0	5,3	5,8	8,5	8,5
50	5,2	6,1	8,3	8,7	10,0	12,0
80	11,8	13,7	15,2	21,0	37,0	41,0
100	15,5	18,3	23,0	26,4	52,5	54,0
110		23,0	26,2	31,0	105,0	115,0
120		27,0	32,0	38,0		
130			38,7	43,8		

		Temp.
100 p. de benzine en dissolvent	0,965 à	+ 26°
	4,377	+ 71
— toluène —	1,479	+ 23
— éther —	0,972	+ 23,5
— chloroforme —	1,205	+ 22
— phénol —	16,35	+ 174
— aniline —	85,96	+ 130

100 parties de sulfure de carbone dissolvent	Température.
16,54	— 11°
18,75	— 6
23,99	zéro
41,65	+ 15
46,05	+ 22
94,57	+ 38
146,21	+ 48,5
181,34	+ 55

(208) *Acide bromhydrique.*

1 vol. d'eau dissout à 10°, 600 vol. environ, sous la pression 0,76.

(209) *Acide iodhydrique.*

1 vol. d'eau dissout à 10°, 425 vol. environ, sous la pression 0,76.

(210) *Chlore.*

1 litre d'eau absorbe					
Températ.	Litres réduits à zéro et 0,76.	Températ.	Litres réduits à zéro et 0,76.	Températ.	Litres réduits à zéro et 0,76.
0		0		0	
0	1,43	8	3,04	50	1,19
3	1,52	10	3,00	10	0,71
6,5	2,08	17	2,37	100	0,15
7	2,17	35	1,61		

(211) *Acide chlorhydrique.*

1 gramme d'eau absorbe					
Températ.	La pression étant 0,76.	Températ.	La pression étant 0,76.	Températ.	La pression étant 0,76.
0	gr	0	gr	0	gr
0	0,825	20	0,721	50	0,596
10	0,772	30	0,673	60	0,561
15	0,747	40	0,633		

(212) *Tables des solubilités dans l'eau.*

Les tables donnent le nombre de parties de différents composés qui se dissolvent dans 100 p. d'eau (*voir* § **192** *et suiv. pour leurs formules*).

t.	Acide benzoïq.	Acide borique		Acide oxaliq.	Acide succin.	Acide racémiq. crist.	Acide tartrique	Alun ammon crist.
		crist.	anhyd.					
0		1,9	1,1	5,2	3	9,2	115	5,2
10	0,21	2,9	1,6	8,0	5	14,0	126	9,2
20		4,0	2,3	13,9		21,6	139	13,7
30	0,42			23,0		29,1	156	19,3
40	0,55	7,0	3,9	35,0	15	43,3	176	27,3
50				51,2	22	59,5	195	36,5
60	1,2	11,0	6,1	75,0		78,3	217	51,3
70	1,8			118		99,9	244	72,0
80		16,8	9,5	205	63	125	273	103
90				345		153	307	188
100	5,9	29	16	fond	121	185	343	422

t.	Alun ammon. anhydre.	Alun de potasse crist.	Alun de potasse anhydre	Baryte crist.	Borax crist.	Bromate de potass.	Bromate de sodium.	Bromure de calcium.
0	2,6	3,9	2,1		2,8	3,1	28	125
10	4,5	9,5	5,0	4,7	4,6			
20	6,6	15,1	7,7	7,4	7,9	7,0	38	143
30	9,0	22,0	10,9		11,9			
40	12,3	30,9	14,9	16,5	17,9		50	213
50	15,9	44,1	20,1		27,4			
60	21,1	66,6	26,7	48	40,4	24	63	278
70	26,9	90,7	35,1		57,8			
80	35,2	134	45,7		76,2		76	
90	50,3	209	58,7		116,7			
100	70,8	357	74,5		201,4	50	91	310

t.	Bromure de potassium.	Bromure de sodium anhydr.	Carbonate de potass. anhydre	Carbonate (bi-) de potass.	Carbonate de sodium crist.	Carbonate de sodium anhydr.	Carbonate (bi-) de sodium.	Chlorate de baryum crist.
0	53,5	77,5	83		21	7	9	24,5
10			89	23	41	17	10	
20	64,6	88,5	94	27	93	26	11	40
30			100		274	36	12	
40	74,6	104	106				13	
50			113				14,5	
60	84,7	111	119	42			15,6	86
70			127				16,7	
80	93,5	113	134				déc.	
90			143					
100	102	115	154					145

t.	Chlorate de potassium.	Chlorate de sodium.	Chlorure d'ammonium	Chlorure de baryum anhyd.	Chlor. de cadm. anhydr.	Chlorure de calcium anhydre.	Chlorure de potassium.	Chlorure (bi-) de mercure.
0	3,3	82	28	31		50	28,5	5,7
10			33	33		60	32	6,6
20	7,2	99	37	36	93	74	35	7,4
30			42	38			37	8,4
40	14,4	122	46	41	100	110	40	9,6
50	19,5		51	44			43	11,3
60		147	55	46	108	129	45	13,7
70	32		59	49			48	17,3
80	39	176	64	52	116	142	51	24
90			68	56			54	37
100	56	204	73	59	134	156	57	54

t.	Chlorure de sodium.	Chlorure de stront. anhydre.	Chromate de potassium jaune.	Chromate de potassium rouge.	Émétique.	Hyposulfite de sodium anhydr.	Iodate de potassium.	Iodate de sodium.
0	35,5	44	59	4,6		49	47	2,5
10	35,7	48	61	7.4	5			
20	36,0	54	63	12,4	8	69	81	9,1
30	36 3	60	65	18,4	12			
40	36,6	67	67	26		104		14,4
50	37.0	74	69	35	18			
60	37,2	83	71	45		192	185	21
70	37.9	90	73	57	28			
80	38.2	92	75	69				28
90	38,9	96	77	81	35			
100	39.6	102	79	94			320	33

t.	Iodure de cadmium	Iodure de calcium	Iodure de potassium.	Iodure de sodium anhydr.	Nitrate d'arg.	Nitrate de baryum.	Nitrate de plomb.	Nitrate de potass.
0		194	128	159	124	5.2	39	13
10			136			7,0	48	22
20	92,8	204	144	178	230	9,2	56	31
30			152			11,6	65	44
40	100	230	160	208	390	14,2	75	64
50			168			17	85	86
60	108		176	256	540	20		111
70			184			24	105	139
80	116		192	300	680	27		172
90			201			30		206
100	133	430	209	314	940	32	139	247

t.	Nitrate de sodium.	Nitrate de strontium.	Oxalate (bi-) de potass. anhydre.	Phosphate de sodium. bibasiq. anhydr.	Phosphate de sodium. tribas. anhydr.	Phosphate de sodium. Pyro.	Strontiane hydratée.	Sulfate d'alum. crist.
0	71	30	2,2		1,5		0,9	87
10	78	55	3,1	4	4.1	6,8		95
20	88	71	5,2	9	11	11	1,8	107
30	98	87	7.5		20			
40	109	91	10,5		31			168
50	120	93	15		43		5,8	
60	131	94	20	92	55	44		
70	142	95	27		69		12	348
80	154	97	35		81			
90	165	99	43		95			
100	178	101	51	99	108	93	100	1140

t.	Sulfate d'ammonium.	Sulfate de calcium. crist.	Sulfate de cobalt. anhydre.	Sulfate de cuivre anhydre.	Sulfate de cuivre cristall.	Sulfate ferreux. crist.	Sulfate de magnés. anhydre.
0	71	0,190	24,2	18			27
10	73,6		30,5	21	36,9	61	31
20	76	0,206	36,4	23	42,3	85	36
30	79		42	27			41
40	82	0,214	49	30	56,9		46
50	84		55	34			50
60	87	0,208	60	39		264	55
70	89		66	45			60
80	92	0,195		53	118		64
90	95			64		370	69
100	98	0,174		75	203	330	74

t.	Sulfate de nickel. anhydre.	Sulfate de potassium.	Sulfate de zinc crist.	Sulfate de zinc anhydre.	Sulfite de sodium. anhydre.	Tartrate (bi-) de potass.
0	29	8,5	115	43	14	0,32
10	35	9,7	138	48		0.40
20	40	10,9	161	53	28	0,57
30	45	12,3	191	58		0,90
40	49	14.0	224	63	49	1,3
50	52	15,8	264	69		1,8
60	57	17,8	313	74		2,4
70	62	19,8	369	79		3.2
80		21,8	443	85		4.5
90		23,9	533	90		5,7
100		26,2	654	95		6 9

(213) *Solubilité de quelques sulfates dans* 100 *parties d'acide sulfurique.*

(α ordinaire, β fumant.)

	α	β		α	β
Sulfate de calcium	2.03	10,17	Sulf. de strontium	5,68	9,77
— de baryum	5,69	15,89	— de plomb...	0,13	4,19

(214) *Solubilité des trois modifications de sulfate de sodium.*
(LŒWEL.)

Température.	Sel anhydre cristallisé. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation : Sel anhydre SO^4Na^2.	Cristaux à $10H^2O$ 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation		Sel cristallisé à $7H^2O$. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation	
		Sel anhydre.	Sel à $10H^2O$.	Sel anhydre.	Sel à $7H^2O$.
0°	»	5,02	12,16	19,62	44,84
10	»	9,00	23,04	30,49	78,90
15	»	13,20	35,96	37,43	105,79
20	52,76	19,40	58,35	44,73	140,01
25	51,53	28,00	98,48	52,94	188,46
26	51,31	30,00	109,81	54,97	202,61
30	50,37	40,00	184,09		
34	49,53	55,00	412,22		
40,15	48,78				
50,40	41,82				
59,79	45,41				
70,61	44,35				
84,42	42,96				
103,17	42,65				

(215) *Solubilité de quelques chlorures dans l'alcool.*

Chlorure de potassium.		Chlorure de magnésium.		Bichlorure de mercure.		Chlorure de strontium.	
Degré de l'alcool.	KCl °/₀ sol.	Degré de l'alcool.	$MgCl^2$ dans 100 p. alcool à 15°.	Degré de l'alcool.	$HgCl^2$ sol. dans 100 p. alcool à 10°.	Degré de l'alcool.	$SrCl^2$, 6 aq. sol. dans 100 p. alcool.
0	24,6	66	21,25	95	39	7	49,8
10	19,8	86	23,71	93	34	11	47,0
20	14,7	90	36,25	88	28	13	39,6
30	10,7	95	50,0	80	24	29	35,9
40	7,7			60	11	40	30,4
50	6,0			33	7	48	26,8
60	2,8					63	19,2
80	0,45					86	4,9
						91	3,2

(216) *Nitrates dans l'acide nitrique.*

100 p. d'acide nitrique à 42° Baumé dissolvent					
à 20°	26,3 p.	AzO^3K	ou	35,1	AzO^3Na
à 123°	100 p.	»		25	»

(217) *Solubilité du sulfate de strontium dans quelques solutions salines.*

	Solution de NaCl à °/₀.			Solution de KCl à °/₀.		
	22,17	15,54	8,44	18,08	12,54	8,22
SO^4Sr dissous...	0,1811	0,2186	0,1658	0,2513	0,1933	0,1925
	Solution de $MgCl^2$ à °/₀.			**Solution de $CaCl^2$ à °/₀.**		
	13,63	4,03	1,59	33,70	16,51	8,67
SO^4Sr dissous...	0,2419	0,2057	0,1986	0,1706	0,1853	0,1756

(218) *Solubilité du sucre dans l'eau pure, de* 0 *à* 50°.

Températ.	Sucre dissous °/₀.	Températ.	Sucre dissous °/₀.	Températ.	Sucre dissous °/₀.
°		°		°	
0	65,0	20	67,0	40	75,8
5	65,2	25	68,2	45	79,2
10	65,6	30	69,8	50	82,7
15	66,1	35	72,4		

(219) *Solubilité du sucre dans des mélanges d'eau et d'alcool.*

Richesse du dissolvant en alcool	à 0°		à 14°		à 40°
	Densités à 17°,5.	Sucre dans 100 cc.	Densités à 17°.	Sucre dans 100 cc.	Sucre dans 100 cc.
		gr		gr	
0	1,3248	85,8	1,3258	87,5	105,2
10	1,2991	80,7	1,3000	81,5	95,4
20	1,2360	74,2	1,2662	74,5	90,0
30	1,2293	65,5	1,2327	67,9	82,2
40	1,1823	56,7	1,1848	58,0	74,9
50	1,1294	45,9	1,1305	47,1	63,4
60	1,0500	32,9	1,0582	33,9	49,9
70	0,9721	18,2	0,9746	18,8	31,4
80	0,8931	6,4	0,8953	6,6	13,3
90	0,8369	0,7	0,8376	0,9	2,3
97,4	0,8062	0,08	0,8082	0,36	0,5

CHAPITRE III.

Renseignements relatifs à la chimie appliqué et à l'industrie.

Section I. — Eaux.

(220). *Analyse chimique des eaux potables.*

Les eaux, d'après leur origine et leurs propriétés, peuvent se diviser en cinq groupes : 1° météoriques; 2° des nappes souterraines; 3° des cours d'eau; 4° eaux stagnantes; 5° eaux résiduaires. Les 2° et 3° séries seules doivent entrer dans l'alimentation. Les eaux de la 2° série renferment souvent un excès de matières minérales empruntées aux terrains qu'elles traversent : les meilleures proviennent des alluvions formées aux dépens des terrains primitifs; les eaux sortant des terrains tertiaires sont généralement mauvaises. Les eaux des rivières et fleuves sont éminemment variables, et il importe d'examiner non seulement leur richesse minérale, mais encore la nature et la proportion des matières organiques qu'elles renferment, et qui peuvent provenir de la végétation aquatique ou des résidus industriels ou humains : les eaux souillées de résidus organiques doivent être absolument rejetées de l'alimentation. Il importe donc, avant de se prononcer sur la valeur potable d'une eau, de préciser son origine, les couches géologiques qu'elle a traversées, et, s'il est possible, sur quelle nature de terrains est tombée l'eau météorique qui a donné naissance à la source; pour les cours d'eau, s'ils ont reçu des résidus provenant d'usines ou d'égouts, et à quel endroit de la rivière l'eau est puisée.

La température d'une eau potable doit être comprise entre 10 et 15°.

L'eau destinée à l'analyse doit être prélevée dans des bouteilles en verre, neuves, bouchées à l'émeri ou au liège paraffiné, et rincées plusieurs fois avec l'eau à prélever : une bonne précaution consiste à les laver avec un mélange d'acides sulfurique et nitrique, qu'on élimine ensuite avec soin par des lavages à l'eau prélevée. Les eaux de rivière

doivent être prises au milieu du courant, ni à la surface, ni au fond; pour les eaux de pompe, on aura soin de renouveler le contenu des tuyaux avant de remplir les bouteilles.

On devra exiger au moins 2 à 3 litres d'eau pour l'analyse.

PRÉPARATION DES LIQUEURS TITRÉES.

Alcalinité. — Acide sulfurique normal-décime du laboratoire (t. 254) : Orangé de diméthylaniline à 1 gramme par litre.

Hydrotimétrie. — 1° Peser exactement 1^{gr},10 de chlorure de baryum pur et sec, $BaCl^2,2Aq$, et dissoudre dans 2 litres d'eau.

On peut remplacer le chlorure par 1^{gr},18 de nitrate de baryum.

2° Dissoudre au bain-marie 250 grammes de savon blanc de Marseille (d'huile d'olives) ou mieux de savon amygdalin ou officinal, dans 3 litres d'alcool à 90°, et filtrer le liquide dans un flacon de 6 litres renfermant 1 litre d'alcool et 2 litres d'eau. Laisser reposer au moins 3 mois. Au moment de l'usage, filtrer et titrer.

Dans le flacon spécial introduire 40 cc. de solution de chlorure de baryum, puis par 2 ou 3 divisions ajouter la liqueur de savon, en agitant chaque fois jusqu'à ce que la mousse ait au moins un demi-centimètre de haut, soit fine et persiste au moins 5 minutes.

Soit n le nombre de divisions qu'on a lu sur la burette hydrotimétrique, on a

$$\frac{n+1}{23}=\frac{1000}{x},$$

et pour chaque litre de liqueur on ajoutera $x-1000$ cc. d'un mélange de 2 volumes d'alcool et 1 volume d'eau.

En répétant alors l'essai, on doit trouver maintenant 23 divisions ou 22°.

Matière organique. — 1° La liqueur de permanganate des laboratoires est décime et renferme exactement par litre 3^{gr},182 de sel : 1 cc. = 0^{gr},0008 d'oxygène ou 0^{gr},0063 d'acide oxalique.

On additionnera 125 cc. de ce permanganate d'eau de manière à faire 1 litre : 1 cc. équivaut à 0^{gr},0001 d'oxygène ou 0^{gr},000788 d'acide oxalique.

Pour en vérifier le titre, on mesure 7 centimètres du fil de clavecin ordinaire (de 1/3 de millimètre de diamètre) pesant environ 5 centigrammes; on en prend exactement le poids et on opère comme il est dit table 226.

2° On dissout environ 5 grammes de sulfate ferreux cristallisé dans 1 litre d'eau avec 20 cc. d'acide sulfurique concentré; cette liqueur n'a pas besoin d'être exactement titrée : l'essentiel est d'en mesurer toujours un volume identique.

3° Solution saturée de bicarbonate de soude.

4° Acide sulfurique, 200 cc., mélangés en refroidissant avec 800 cc. d'eau : garder à l'abri des poussières en flacon à l'émeri.

Nitrates. — 1° Dissoudre par portions, et en refroidissant, 75 grammes de phénol pur en neige dans 925 grammes d'acide sulfurique pur, et garder en flacon à l'émeri.

2° Peser exactement 0gr,50 de nitrate de potasse pur et sec, et dissoudre dans l'eau pour faire 1 litre; 10 cc. renferment 0gr,005 de nitrate de potasse.

On évapore 10 cc. de cette solution à sec dans une capsule de porcelaine, au bain-marie, et après refroidissement on promène sur le résidu, pour le rassembler, 1 cc. de réactif sulfophéniqué; on ajoute quelques cc. d'eau, puis un excès d'ammoniaque; on dilue à un demi-litre, puis dans les tubes jaugés et bouchés on introduit 50, 40, 30, 25, 20, 15, 10, 8, 6, 4, 2, 1 cc. de cette solution et on complète au trait avec de l'eau. Sur chacun de ces tubes on note au diamant le volume de liqueur jaune qu'il a reçu, et qui représente le poids de nitrate de potasse par litre que renferme une eau traitée dans les mêmes conditions. Les bouchons de verre de ces tubes seront vaselinés avec soin pour garantir l'herméticité, et les tubes seront rangés dans un porte-tubes.

Ammoniaque. — 1° Le réactif de Nessler se prépare en dissolvant 50 grammes d'iodure de potassium dans 50 cc. d'eau bouillante, puis ajoutant peu à peu une solution bouillante de 25 grammes de bichlorure de mercure dans 50 cc. d'eau. Lorsque le précipité refuse de se redissoudre, on en redissout la majeure partie à l'aide de quelques cristaux d'iodure de potassium, on filtre, on ajoute 300 cc. de lessive de potasse pure à 45° Baumé, on dilue à 1 litre, on rajoute 5 cc. de la solution ordinaire à 5 pour 100 de bichlorure de mercure. On laisse reposer et on décante le liquide clair dans un flacon en verre brun, bouché au caoutchouc; on garde à l'obscurité. Pour l'usage, on décante dans un flacon à pipette jaugée de 1 cc.

2° Dans 200 cc. d'eau on dissout 100 grammes de carbonate de soude pur cristallisé et 50 grammes de soude caustique à l'alcool; on fait bouillir rapidement quelques minutes et après refroidissement on ramène à 300 cc. avec de l'eau pure. Ce liquide ne doit pas se colorer par le réactif de Nessler. On le conserve dans un flacon bouché au caoutchouc.

3° On pèse exactement 3gr,147 de chlorhydrate d'ammoniaque pur, on dissout dans l'eau pour faire 1 litre. 1 cc. renferme 1 milligr. d'ammoniaque. Cette liqueur est gardée dans un flacon à l'émeri. On en dilue 50 cc. à 1 litre, et on introduit ce liquide N/20 dans un flacon-burette.

Chlorures. — Nitrate d'argent N/100, obtenu en diluant à 1 litre 100 cc. de la liqueur N/10 des laboratoires à 17 grammes de nitrate d'argent par litre.

Chromate jaune, neutre, de potasse, exempt de chlore, à 10 pour 100 dans l'eau.

Sulfates. — 1° On dilue à 1 litre 50 cc. de la solution normale de chlorure de baryum à 122 grammes par litre de sel $BaCl^2,2Aq$.

2° On dilue à 1 litre 50 cc. de la solution normale de bichromate

du laboratoire (t. 263), à 73gr,8 par litre, de sel $K^2Cr^2O^7$, après les avoir au préalable saturés par l'ammoniaque.

Dans une série de tubes jaugés, on introduit 0,1 à 1 cc. par dixièmes de solution de chromate; on complète le volume de 50 cc. et on bouche en garnissant de vaseline pour assurer l'herméticité.

MARCHE DE L'ANALYSE.

1° *Résidu sec à 180°.* — Dans une capsule tronconique en platine, de 8 centimètres de diamètre à l'ouverture et 6 centimètres au fond, sur 45 millimètres de haut, on fait évaporer à feu nu, puis au bain-marie 500 cc. d'eau mesurés dans un ballon jaugé, en remplissant la capsule au fur et à mesure; on termine la dessiccation en portant à l'étuve à air à 180° pendant 2 heures.

Le poids trouvé, multiplié par 2, donne le poids d'extrait sec par litre, quantité à laquelle il convient de rapporter les résultats.

Dans certains cas, pour les eaux riches en magnésie, ce résidu calciné est traité par 2-5 cc. d'acide sulfurique au 10°; on évapore à sec, on détache avec quelques gouttes d'eau les sels déposés sur les parois, on calcine légèrement au rouge sombre, on ajoute un fragment de carbonate d'ammonium pur, on calcine doucement, on pèse, et on répète cette calcination avec le carbonate jusqu'à poids constant : on a ainsi l'*extrait sulfaté.*

2° *Chaux.* — On humecte le résidu précédent de l'évaporation avec un peu d'acide chlorhydrique, on laisse digérer 10 minutes, puis on reprend par 50 cc. d'eau et 10 cc. environ de solution à 10 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque et on fait bouillir; on ajoute de l'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline, et on filtre dans un ballon jaugé de 125 cc. en lavant le précipité sur le filtre à l'eau chaude ; ce précipité, formé de silice, d'oxyde de fer et d'alumine, peut être pesé après dessiccation et calcination s'il est assez important.

Dans le ballon jaugé on précipite la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, on laisse refroidir, puis on complète avec de l'eau jusqu'au trait; on laisse reposer la nuit. Ensuite avec une pipette on prélève assez de liquide clair pour en humecter un filtre à analyses, sur lequel on filtre le liquide décanté, que l'on récolte dans un ballon jaugé de 100 cc. pour le dosage de la magnésie.

On jette alors le précipité d'oxalate de chaux sur le filtre, on le lave à l'eau, par un jet de pissette, on le rassemble au fond du filtre, on le sèche, on calcine dans un creuset de platine, le filtre à part, on humecte d'un peu d'eau, puis d'acide sulfurique faible, on calcine encore et on pèse.

1 p. de sulfate de chaux correspondant à 0,41154 de chaux, on aura le poids de chaux par litre en multipliant par 0,823 le poids de sulfate de chaux trouvé.

Facteurs :	1	0,823	4	3,292	7	5,761
	2	1,646	5	4,115	8	6,584
	3	2,469	6	4,938	9	7,407

3° *Magnésie.* — Les 100 cc. de liquide mis à part dans le ballon jaugé sont transvasés dans un becherglas et additionnés de 50 cc. d'ammoniaque, avec lesquels on lave la fiole jaugée ; on ajoute un léger excès de phosphate de soude, ou de préférence, si l'on veut ensuite doser les alcalis, de phosphate d'ammoniaque ; on agite avec une baguette de verre ; on laisse reposer 12 heures ; on rassemble le précipité sur un filtre, on le lave avec de l'eau additionnée de 1/7 d'ammoniaque ; on sèche le filtre, on fait tomber le précipité dans une capsule de porcelaine de Saxe tarée, on pose le filtre dessus, on calcine au rouge et on pèse.

Le pyrophosphate de magnésie renfermant 0,3603 de magnésie, et comme on n'opère que sur les 4/5 de la magnésie contenue dans un 1/2 litre d'eau, on multipliera par 0,901 le poids trouvé de pyrophosphate pour avoir la quantité de magnésie par litre.

Facteurs : 1	0,901	4	3,604	7	6,307
2	1,802	5	4,505	8	7,208
3	2,703	6	5,406	9	8,109

Dans le cas où l'on voudrait doser les alcalis, ayant précipité la magnésie par le phosphate d'ammoniaque, on séparerait la potasse et la soude par le chlorure de platine, et on multiplierait le poids trouvé par 5/2 pour le ramener au litre.

4° *Alcalinité.* — Ce dosage offre un certain intérêt comme contrôle des chiffres de l'analyse.

On mesure 100 cc. d'eau, on ajoute 4 gouttes d'orangé de méthyle et on titre par l'acide sulfurique N/10 en s'arrêtant au virage au jaune orange.

On détermine une fois pour toutes le volume d'acide nécessaire pour faire virer à la même teinte 100 cc. d'eau distillée (en général 0,3 cc.).

Du volume d'acide employé on retranche le volume fixe consommé par l'eau distillée, et pour le restant on compte par centimètre cube d'acide 0,050 de carbonate de chaux par litre, forme sous laquelle on évalue l'alcalinité.

5° *Degré hydrotimétrique.* — Dans le flacon spécial, on mesure 40 cc. de l'eau à analyser, ou 20 ou 10 suivant le degré d'alcalinité trouvé et la nature de l'eau ; puis avec la burette spéciale on ajoute peu à peu, par 2 ou 3 divisions à la fois pour permettre l'égouttage des parois, la liqueur de savon, en agitant chaque fois jusqu'à ce que la mousse soit fine, homogène, d'une hauteur d'au minimum 1/2 centimètre et persiste au moins 5 minutes. Le nombre lu sur la burette est le degré total de l'eau.

Dans le ballon jaugé spécial, on fait bouillir 100 cc. d'eau pendant 1/2 heure, on laisse refroidir, on complète le volume avec de l'eau distillée bouillie, on agite, on filtre et sur 40 cc. on prend le nouveau degré après ébullition.

Le reste de l'eau bouillie sert au dosage des sulfates.

6° *Sulfates.* — A 50 cc. d'eau bouillie provenant du degré hydrotimétrique on ajoute 10 cc. de chlorure de baryum (20 si le degré après ébullition est élevé), et on fait bouillir 5 minutes, puis on ajoute du chromate jusqu'à coloration jaune faible, mais nette. On refroidit rapidement le ballon à l'eau froide, on décante le liquide dans un tube jaugé de 50 cc. et on compare à l'échelle des tubes de chromate; on note le tube dont la teinte est égale : c'est le volume de chromate ajouté en excès et qu'on déduit du volume employé : le reste ou volume corrigé du chromate est déduit du volume du chlorure de baryum. La différence est calculée en sulfate de chaux anhydre à raison de 0gr,068 par litre.

Facteurs :	1	0,068	4	0,272	7	0,476
	2	0,136	5	0,340	8	0,544
	3	0,204	6	0,408	9	0,612

7° *Chlorures* : — A 100 cc. d'eau on ajoute 0gr,1 de carbonate de chaux pur et 3 gouttes de chromate, puis la liqueur d'argent en agitant jusqu'à ce que la liqueur, d'abord jaune verdâtre, paraisse de même nuance qu'un volume égal d'eau pure, additionné de carbonate de chaux et de 3 gouttes de chromate, et traité par le nitrate d'argent jusqu'à ce que le changement de nuance soit appréciable : on déduit le volume ainsi employé de celui trouvé dans le dosage.

Le nombre de centimètres trouvé, multiplié par 0,00585, donne le poids en grammes de chlorure calculé en chlorure de sodium par litre.

Facteurs :	1	0,00585	4	0,02340	7	0,04095
	2	0,01170	5	0,02925	8	0,04680
	3	0,01755	6	0,03510	9	0,06265

8° *Matière organique.* — *a.* En liqueur acide : Pour chaque série d'opérations faites simultanément, on fait bouillir 200 cc. d'eau distillée avec 10 cc. d'acide sulfurique et 20 cc. de permanganate, en prolongeant l'ébullition exactement pendant 10 minutes et le régularisant par un tube de Gernez ou un peu de pierre ponce : on opère en même temps avec les ballons contenant 200 cc. des eaux à analyser, 10 cc. d'acide et 20 de permanganate. Au bout des 10 minutes, on plonge tous les ballons dans l'eau froide, et quand ils sont ramenés vers 30°, on verse dans chacun 20 cc. de sulfate ferreux, puis on ramène au rose avec le permanganate.

La différence entre le volume consommé par le ballon d'eau distillée et celui de chaque eau à analyser est calculée à raison de 1/2 milligramme d'oxygène par litre pour 1 cc. de permanganate.

En Angleterre, on pratique deux essais : Dans deux ballons, on introduit 250 cc. d'eau, 10 cc. d'acide sulfurique à 25 pour 100 et 10 cc. (=0gr,001 oxygène actif) de permanganate à 0gr,395 par litre; on les bouche bien et on les expose à 27° (80° F). Après un quart

d'heure pour l'un, et 4 heures pour l'autre, on ajoute une goutte d'empois ioduré, et de l'hyposulfite jusqu'à décoloration; l'hyposulfite est titré par rapport au permanganate. On estime que le premier titrage correspond aux nitrites, sulfures, sels ferreux, et que la différence entre les deux dosages correspond à la matière organique; on la calcule en oxygène. On admet que le poids d'oxygène consommé, multiplié par 5,8 pour les eaux de puits profonds, par 2,4 pour les eaux superficielles et par 1,8 pour les eaux de surfaces incultes, donne sensiblement le poids de matière organique équivalente.

b. — En liqueur alcaline : On introduit dans un ballon 100 cc. d'eau à analyser, et dans un autre 200 cc. de la même eau; on ajoute dans chacun 20 cc. de bicarbonate de soude et 20 cc. de permanganate. On fait bouillir exactement 10 minutes en régularisant comme plus haut, on fait refroidir rapidement dans l'eau froide vers 30°, on ajoute 10 cc. d'acide sulfurique et 20 cc. de sulfate ferreux; on ramène au rose par le permanganate, et la différence entre les deux volumes est calculée en oxygène à raison de 1 milligramme par litre pour 1 cc. de permanganate. Il importe de remarquer que ce titrage ne se fait en réalité que sur 100 cc. en prenant 100 cc. comme témoin, celui en liqueur acide se faisant sur 200 cc.

Le *Formulaire des hôpitaux militaires* de 1884 recommande d'ajouter à un demi-litre d'eau 10 cc. de soude caustique pure à 10 pour 100 et 10 cc. de permanganate titré à 3-4gr par litre; après 20 minutes d'ébullition au bain de sable, on laisse refroidir à 50°, on ajoute 10 cc. d'acide sulfurique dilué de son volume d'eau et 10 cc. d'acide oxalique décime (**254**) dont on titre l'excès au permanganate: on corrige de la même manière qu'il a été dit.

9° *Nitrates.* — On évapore à sec dans une capsule de porcelaine 10 cc. d'eau au bain-marie. Après refroidissement, on promène sur le résidu, pour le rassembler, 1 cc. de réactif sulfophéniqué, on ajoute quelques centimètres cubes d'eau distillée, un excès d'ammoniaque, et on dilue à 50 cc. dans un tube jaugé. On compare à l'échelle colorée et on note entre quelles teintes se tient le tube. Si elle dépasse le 50, on dilue le contenu du tube à 500 cc. et on compare, puis on multiplie le résultat par 10.

Si l'eau en renferme de grandes quantités, on adoptera de préférence le procédé suivant : On réduit par l'hydrogène, à 100°-120 au plus, du protoxyde de cuivre préparé au moyen de la glucose : le cuivre très divisé est mélangé grossièrement dans un ballon avec de la limaille de zinc, et la masse chauffée directement jusqu'à ce qu'elle s'agglutine en grains gros comme des pois. Avec quelques grammes de ce produit on réduit les nitrates contenus dans l'eau, en ammoniaque, à froid, en quelques heures; l'ammoniaque est ensuite dosée par distillation et titrage ($AzH^3 \times 3,1765 = Az^2O^5$; ou $AzH^3 \times 3,647 = AzO^5$.)

Ce procédé donne en même temps les nitrates et les nitrites : ceux-ci peuvent être dosés à part d'après 11°.

10° *Ammoniaque.* — Dans une éprouvette haute, bouchée à l'émeri,

...

on verse 150 cc. d'eau à analyser, avec 1 1/2 cc. de lessive alcaline; on bouche. Au bout de quelques heures, le liquide est assez clair : on en mesure 50 cc., qu'on introduit dans un tube spécial, de 17 cm. de haut et 4 cm. de diamètre, à fond arrondi, jaugé à 50 cc.; on ajoute 2 cc. de réactif de Nessler; si le liquide se trouble, on ne prendra que 5 à 25 cc. d'eau, suivant la richesse en ammoniaque, que l'on diluera à 50 avec de l'eau pure. D'autre part, on verse dans un tube pareil 50 cc. d'eau distillée et 2 cc. de réactif de Nessler ; avec la burette on fait couler dans ce tube de comparaison la liqueur titrée de sel ammoniac jusqu'à ce que dans les deux tubes les nuances soient égales : le nombre employé de centimètres cubes de chlorhydrate d'ammoniaque donne la quantité en milligrammes d'ammoniaque par litre d'eau.

Si l'eau est trouble, on en distille 500 cc., avec du carbonate de sodium récemment fondu; on recueille 100 cc. sur lesquels on prélève 50 cc. pour l'essai pratiqué comme il est dit plus haut (on doublera le chiffre trouvé); on distille encore 50 cc., dans lesquels on dose l'ammoniaque; s'il y en a, on distille encore par fractions de 50 cc. jusqu'à ce que le dernier essai reste incolore avec le Nessler. On additionne les chiffres trouvés, dont le total donne l'ammoniaque contenue dans 500 cc. : on double pour ramener au litre.

Pour l'ammoniaque dite *albuminoïde*, au résidu précédent on rajoute 50 cc. d'une dissolution de 200 grammes de potasse caustique et de 8 grammes de permanganate, bouillie et ramenée à 1 litre. On distille ensuite 3 prises de 50 cc., dans lesquelles on dose l'ammoniaque; on additionne les résultats et on double pour ramener au litre d'eau.

11° *Nitrites.* — Solution aqueuse à 1 pour 100 de chlorhydrate de métaphénylène-diamine, décolorée au noir et conservée à l'obscurité. La liqueur titrée se prépare avec 0gr,406 de nitrite d'argent pur et cristallisé, qu'on dissout dans l'eau pure bouillante; on précipite par un léger excès de chlorure de sodium pur, on dilue à 1 litre, on laisse déposer et on décante : 1 cc. = 0gr,0001 de Az^2O^3. Dans une éprouvette on étend de 1 à 10 cc. de cette liqueur à 100 cc. avec de l'eau pure; on met dans une éprouvette semblable 100 cc. d'eau à examiner. A chaque liquide on ajoute 1 cc. de phénylène-diamine et 1 cc. d'acide sulfurique pur dilué de 2 volumes d'eau, et après 20 minutes on compare colorimétriquement (ou par dilution) l'intensité de couleur des deux solutions, dont le rapport donnera la proportion de nitrites. Si l'eau donnait de suite une coloration rouge, et non jaune ou orange, il faudrait la diluer dans des rapports déterminés.

12° *Phosphates.* — Dans un becherglas on introduit 100 cc. d'eau et 5 cc. de réactif molybdique du laboratoire; on laisse digérer quelques heures vers 50° et on observe s'il s'est formé un précipité jaune, dont on note seulement la plus ou moins forte proportion.

13° *Oxygène dissous.* — Dans un ballon en verre assez épais qui porte un bouchon en caoutchouc à deux trous, muni d'un tube à robinet et d'un entonnoir à robinet, on introduit 250 cc. d'eau et 10 cc. d'une solution à 40 grammes par litre de sulfate de fer ammoniacal pur acidulée par quelques gouttes d'acide sulfurique et titrée; on

remplit l'appareil d'acide carbonique, on ferme le robinet du tube et par l'entonnoir on ajoute 3-4 cc. de potasse concentrée ; on agite. Après 10 minutes on fait couler par la même voie un excès d'acide sulfurique et on titre le protoxyde restant au permanganate : le poids du sel double de fer qui a été peroxydé, multiplié par 0,020408 donne poids d'oxygène dissous (1gr d'oxygène = 700 cc.).

14° *Sulfures.* — Par l'iode normal centime à 1gr,27 par litre.

Eaux résiduaires. — Leur analyse sera souvent facilitée par l'examen microscopique des dépôts. On aura également d'utiles indications en agitant l'eau avec de l'éther qu'on laissera évaporer à basse température et recherchant l'odeur du résidu.

(221) *Tableau hydrotimétrique.*

Valeur en grammes, pour 1 litre d'eau, de 1° des corps suivants.			
Chaux	0,0057	Sulfate de magnésium	0,0125
Chlorure de calcium	0,0114	Chlorure de sodium	0,0120
Carbonate de calcium	0,0103	Sulfate de sodium	0,0146
Sulfate de calcium	0,0140	Acide sulfurique anhydre	0,0082
Magnésie	0,0042	Chlore	0,0073
Chlorure de magnésium	0,0090	Savon à 50 % d'eau	0,1061
Carbonate de magnésium	0,0088	Acide carbonique (5 cc.)	0,0099

Le degré hydrotimétrique indique, en même temps que la quantité de sels calcaires d'une eau, la quantité de savon, soit 0gr,1 par degré et par litre, qu'elle neutralise, document précieux dans beaucoup d'industries.

Les eaux se partagent en trois classes.

Au dessous de 30°, les eaux sont réputées excellentes pour la boisson, le blanchissage, la cuisson des légumes, etc.

De 30 à 60°, elles sont impropres aux usages domestiques et peuvent à peine être consommées ou servir dans les appareils à vapeur.

Au-dessus de 60° elles sont impropres à tous usages.

Voici les degrés de quelques eaux.

Eau de pluie	3°5
Eau du Rhône	15°
Eau de la Seine (Ivry)	15° à 17°
— — (Chaillot)	19° à 23°
Eau de la Marne	19° à 23°
Eau de la Dhuys (réservoir de Paris)	20°5
Eau de la Vanne (en moyenne)	16° à 18°
Eau de l'Ourcq	30°
Puits artésien de Grenelle	9° à 12°
Puits artésien de Passy	10° à 11°
Eau d'Arcueil	53° à 40°
Eau de Belleville	128°

Le degré de dureté anglais, d'après la méthode de Clarke, indique le nombre de grains de carbonate de calcium contenus dans un gallon ou 70 000 grains de l'eau essayée, par conséquent 1 degré = 0,0143 de carbonate calcaire par litre d'eau.

Le degré de dureté allemand indique le nombre de centigrammes par litre d'eau, de chaux ou oxyde de calcium qu'elle renferme.

1 degré français = 0,56° allemand = 0,70° anglais.

(222) *Des eaux potables.*

Nous avons passé en revue les diverses variétés d'eaux : nous indiquerons maintenant dans quelles limites on peut accepter les eaux comme potables. Il n'est pas possible de fixer des limites absolues en général ; on se basera sur les considérations suivantes :

1° L'*extrait* sera autant que possible inférieur à 0gr,50 : il y aura au plus 0gr,25 de carbonate ou sulfate de calcium ; des eaux considérées comme potables en contiennent davantage, mais les sels de magnésium doivent être toujours en petite proportion.

2° La quantité de *matière organique*, exprimée en acide oxalique, ne dépassera pas 15 milligrammes d'après la méthode de Kubel-Tiemann (limite adoptée par le Laboratoire municipal); le Formulaire des hôpitaux militaires considère comme suspecte toute eau qui consomme plus de 3 milligrammes d'oxygène par litre et fait rejeter absolument celles qui en consommeraient 5 milligrammes et plus; en Angleterre on condamne toute eau qui absorbe plus de 1 milligramme d'oxygène.

Les *chlorures*, en quantité notable, *phosphates* et *nitrates* sont suspects, et si l'on trouve en même temps de l'ammoniaque albuminoïde et un excès de matière organique, l'eau est à rejeter absolument. Une eau qui renferme des nitrites, des sulfures ou plus de 1 milligramme d'ammoniaque ou de 0mgr,2 d'ammoniaque albuminoïde, est nuisible, comme souillée par des déjections animales.

Pour les eaux destinées à l'industrie, on doit généralement préférer les eaux les moins calcaires et les moins séléniteuses possible; la brasserie peut s'accommoder d'eaux peu séléniteuses, mais exemptes autant que possible de carbonate de calcium et de matière organique. Lintner admet comme limite d'une eau pour brasserie 2 milligrammes d'oxygène consommé par litre. L'extrait ne doit pas dépasser 500 milligrammes par litre : il doit y avoir peu de fer et de magnésie, peu de phosphate et d'ammoniaques : une petite quantité de nitrates n'a pas d'inconvénients. Il est bon d'essayer les eaux pour brasserie en en semant une goutte dans du moût de bière stérilisé, et observant s'il ne trouble ou s'il ne développe des bactéries.

(223) *Méthode du Comité consultatif d'Hygiène.*

Dans le but de rendre comparables les analyses d'eau, le Comité consultatif d'Hygiène de France, chargé des questions d'alimentation des villes en eau potable, prescrit la marche suivante :

1° Évaporer au moins 1 litre d'eau au bain-marie, chauffer encore 4 heures après dessiccation, peser, et sur le résidu rechercher les nitrates, dont on mentionnera la présence.

2° Évaporer la même quantité d'eau, chauffer le résidu au rouge sombre et peser : la différence avec le premier nombre est comptée comme *matière organique et produits volatils*. Dans le résidu, doser l'acide sulfurique par poids.

3° Déterminer les quatre degrés hydrotimétriques (table **220**) ; le bulletin portera mention du degré avant et après ébullition, et des éléments calculés comme il est dit.

4° Concentrer à 50 cc. 1 litre d'eau, doser le chlore d'après Mohr (**261**) et calculer en chlorure de sodium.

5° Faire bouillir pendant juste 10 minutes, 100 cc. d'eau avec 3 cc. de solution à 10 pour 100 de bicarbonate de sodium pur et 10 cc. de permanganate titré à 0gr,50 par litre (si le rose disparaît, rajouter du permanganate), laisser refroidir, ajouter 2 cc. d'acide sulfurique pur et 5 cc. d'une solution titrée de 20 grammes sulfate ferreux et 10 grammes acide sulfurique pur par litre, et ramener au rose par le permanganate. On recommence ensuite exactement l'essai avec des quantités doubles, et on calculera en oxygène consommé par litre.

6° S'il est possible, l'examen bactériologique.

Pour les villes de plus de 5000 âmes, le Comité désire l'analyse complète de l'eau.

Le Comité fixe les limites suivantes :

	Eau pure.	Potable.	Suspecte.	Mauvaise.
Chlore	<0,015	<0,040 (1)	0,050—0,100	>0,100
Soit NaCl	<0,027	<0,066	0,085—0,165	>0,165
Ac. sulfurique SO^3.	0,002—0,005	0,005—0,030	>0,030	>0,050
Soit $CaSO^4$	0,003—0,008	0,008—0,051	>0,051	>0,085
Mat. organ. en oxygène	<0,001	<0,002	0,003—0,004	>0,004
Mat. organ. et prod. volatils	<0,015	<0,040	0,040—0,070	>0,10
Degré hydrot. total.	5—15	15—20	>30	>100
— ap. ébull.	2—5	5—12	12—18	>20

1. Sauf au bord de la mer. < signifie moins de, > plus de.

(224) *Examen bactériologique des eaux.*

Ce procédé, auquel certains hygiénistes attribuent une grande importance, ne fournit encore que des résultats incertains; aussi donnerons-nous seulement les formules pour préparer les gélatines nutritives.

1° Dans un litre d'eau, dissoudre 50 grammes (100 grammes en été) de gélatine blanche extra, en chauffant à 50°; on mélange avec un blanc d'œuf battu avec son volume d'eau et on chauffe deux heures au bain-marie. On filtre alors sur un tampon d'amiante récemment calciné, dans un entonnoir stérilisé à 150° et entouré d'eau chaude, et on reçoit la gélatine claire dans un ballon stérilisé à 150° qu'on garde pour l'usage. On rend cette gélatine nutritive en l'additionnant d'un quart à son volume des liquides suivants : infusion de froment ou de foin, urine neutralisée, solution neutre de peptone ou d'extrait de viande.

On prépare aussi un excellent bouillon, en faisant digérer 24 heures dans une glacière, 1 kilogramme de viande de bœuf crue hachée avec 2 litres d'eau, et exprimant le liquide, dans lequel on dissout à une chaleur modérée 10 grammes de sel marin et 20 grammes de peptone : on fait bouillir, on dissout encore 100 grammes de belle gélatine blanche, on neutralise par du carbonate de sodium et on stérilise deux jours de suite par une ébullition de 5 minutes, puis on filtre à chaud.

M. Miquel prépare une gelée de lichen blanc (*fucus crispus*) dans l'eau, la dessèche et ajoute 1 pour 100 de ce produit à du bouillon de bœuf neutralisé : la gelée nutritive ainsi obtenue fond vers 55°, ne s'altère pas par un chauffage prolongé à 110°, et peut sans inconvénient être desséchée puis régénérée par addition d'eau.

La stérilisation à 110-120° peut être remplacée par la destruction successive des bactéries développées par les germes, en chauffant à 60° pendant 1 heure par exemple, d'abord deux fois par semaine, puis, après quinze jours, une fois par semaine durant un mois, les liquides organiques à stériliser; on peut aussi filtrer l'eau et les liqueurs à travers des bougies en biscuit de porcelaine (systèmes Chamberland ou Gautier).

Il est utile de faire précéder les cultures par une recherche qualitative, effectuée dans une petite cuve qu'on prépare en rodant sur une lamelle de verre couvre-objet de 20 millim. de diamètre un anneau en verre de 15 millim. de diamètre intérieur et 1 cent. de haut : dans cette cuve on fait évaporer à l'aide du vide 1 cc. d'eau; on enlève l'anneau, et on explore le résidu au microscope, avec 100 diamètres on observe les cristaux souvent caractéristiques de divers sels, les débris végétaux, les infusoires, des algues (les algues incolores accompagnent les eaux impropres à l'alimentation); à 800 diamètres on voit souvent les bactéries encore mobiles.

Le couvre-objet est ensuite séché 10 minutes à 125° ou passé trois

fois, rapidement, dans la flamme d'un bec Bunsen : on dépose à sa surface une goutte de solution aqueuse de bleu de méthylène; on place le couvre-objet sur la lame de verre, on déplace la couleur en excès par de l'eau pure que l'on absorbe avec du papier-filtre, on laisse sécher et on monte au baume. La recherche des bactéries colorées se fait avec un objectif homogène à immersion dans l'huile à 800-1200 diamètres.

Essai au sucre. — On remplit un matras de 150 cc. de l'eau suspecte, clarifiée par le repos, et additionnée de 1/2 gr. sucre cristallisé pur; on bouche et on expose en bonne lumière à 27° environ. Au bout de 2 ou 3 jours, quelquefois plus longtemps, on observe, si l'eau est contaminée par de l'eau d'égout, de petites taches blanches, qu'on enlève avec une pipette pour les observer au microscope. On voit d'abord de petites cellules isolées, à noyau brillant; au bout de quatre à six heures, l'ensemble à l'aspect d'une grappe de raisin; ensuite on n'observe plus que des fils moniliformes, puis du mycélium, avec de rares cellules qui finissent par disparaître.

Section II. — Métallurgie, métaux et alliages

(225) *Prise d'échantillons des minerais.*

On prendra au hasard le contenu entier d'un panier ou d'une brouette par série de dix, de vingt, ou de cent; on fera concasser le tout en morceaux gros comme des noix; on fera distribuer les morceaux dans une aire, bien mélangés à la pelle, on tracera deux diamètres en croix, et on fera un prélèvement au milieu des secteurs; et sur cet échantillon bien mélangé on prendra 20 kilogrammes qu'on fera broyer dans un mortier de fer ou à l'aide d'un gros marteau sur une table épaisse en fonte, de sorte que la poudre passe par un tamis à mailles de 3 millim.; sur l'échantillon tamisé et mélangé on fera un prélèvement de 1 à 2 kilogrammes qui sera finement pulvérisé et passé au tamis de 1 millim. On en remplit des flacons d'échantillon, de 100 grammes au moins; on les remplit également, on les ferme avec de bons bouchons en liège qu'on scelle et sur lesquels on appose les cachets.

Si le minerai est livré en menus fragments, à l'aide d'une grande cuiller ou mieux d'une pelle on prélève de temps en temps un échantillon de quelques kilogrammes: on mélange le tout et on prélève comme il a été dit l'échantillon à broyer.

Dans le cas où le minerai serait humide, il convient de dessécher, sur la voûte d'un four par exemple, la partie de 20 kilogrammes destinée à être broyée.

Enfin l'échantillon confié à l'analyse sera bien mélangé et on en réduira au mortier d'agate, pour l'analyse, quelques grammes en poudre impalpable.

(226) *Essai de fer.*

On pèse 1 décigramme de fil de clavecin bien décapé, on le dissout dans un ballon fermé par une soupape de caoutchouc, au moyen de 10 cc. d'acide sulfurique pur dilué et de quelques grammes de bicarbonate de sodium; après refroidissement, on étend d'eau froide bouillie et on titre par une solution de permanganate de potassium contenant environ 30 grammes au litre; on note le nombre de centimètres cubes employés. D'autre part, on dissout le métal à essayer dans l'acide chlorhydrique bouillant, en ajoutant du bicarbonate de sodium de temps en temps pour créer une atmosphère d'acide carbonique. On étend d'eau et on titre par le permanganate jusqu'à couleur rose. Une simple proportion donne la quantité pour 100 de fer dans le métal; le fil de clavecin contient en général 99,7 pour 100 de fer.

Pour doser le protoxyde de fer dans un minerai on opère de même. Si on veut doser le fer qui y est contenu aux deux états d'oxydation, on le dissout dans l'acide chlorhydrique, on réduit le perchlorure par du zinc pur, 2 à 3 grammes, et l'on opère comme ci-dessus.

On peut titrer le permanganate par l'acide oxalique normal (table (255). 1 cc. correspond à 0,056 de fer. Il est inutile d'avoir une solution de permanganate exactement normale.

Les minerais de fer se dissolvent dans l'acide chlorhydrique concentré, sauf les pyrites : l'acide ne doit pas être chauffé à plus de 50° après dissolution, l'excès d'acide est évaporé au bain-marie.

(227) *Essai des pyrites.*

1° On dose l'humidité sur quelques grammes, desséchés à 105° jusqu'à poids constant,

2° A. On traite à une douce chaleur 1/2 gramme de pyrite finement pulvérisée par 10 cc. d'un mélange d'un volume d'acide chlorhydrique fumant et trois volumes d'acide nitrique à 40° B.; on évapore à sec au bain-marie : on reprend le résidu par un peu d'acide chlorhydrique, on évapore à sec, et on reprend par 100 cc. environ d'eau acidulée par 10 gouttes d'acide chlorhydrique : on filtre sur un petit entonnoir et on lave à l'eau bouillante la partie insoluble, composée de silice, de silicates et de sulfates. Le liquide filtré, réuni à l'eau de lavage, est chauffé doucement, sursaturé légèrement par l'ammoniaque; on réunit le peroxyde de fer sur un filtre en papier épais, mais filtrant rapidement, on le lave à l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il n'abandonne plus de sulfates, enfin on le calcine et on le pèse. Le liquide filtré et l'eau de lavage sont concentrés à 200 cc. et acidulés par l'acide chlorhydrique; on fait bouillir, puis, en arrêtant l'ébullition, on ajoute 20 cc. de chlorure de baryum à 10 o/o bouillant; après

1/2 heure on décante, on traite le dépôt 2 minutes par 100 cc. d'eau bouillante avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique, on décante sur le filtre, on lave encore 2 fois par décantation à l'eau bouillante, enfin on lave le précipité sur le filtre, on sèche, on calcine et on calcule le poids du sulfate de baryum en soufre (table 184).

3° On attaque de même 1 gramme de pyrite, on évapore à sec et on reprend par l'acide sulfurique dont on chasse l'excès au bain de sable : ce résidu est repris par l'eau bouillante et après refroidissement additionné d'un quart d'alcool; après 12 heures les sulfates insolubles sont recueillis sur un filtre et lavés avec de l'alcool à 35 o/o tant qu'il passe du cuivre. Le liquide filtré est saturé d'hydrogène sulfuré; le précipité, après 12 heures, est récolté sur un filtre, lavé à l'eau chargée d'hydrogène sulfuré et de quelques gouttes d'acide sulfurique, enfin desséché, mélangé de soufre pur et calciné dans un creuset de Rose, avec courant d'hydrogène. On pèse le sulfure de cuivre Cu^2S qui est mélangé d'un peu de sulfure d'antimoine et de bismuth, dont la proportion peut être considérée dans les pyrites d'Espagne comme constante et de 0,05 o/o du sulfure de cuivre : on déduit cette proportion avec les cendres du filtre. La solution sulfhydrique est soumise à l'ébullition, le fer peroxydé par l'eau régale, et précipité par un excès notable d'ammoniaque : après 6 heures on filtre et on lave : le peroxyde de fer, qui entraîne du zinc, est redissous dans l'acide chlorhydrique, précipité par l'ammoniaque et lavé; on réunit ces liqueurs, on les amène à 1/2 litre et on titre au sulfure de sodium (table 232).

4° On détermine l'acide carbonique d'après la table 269 ou 279 et on calcule en carbonate de calcium.

2° B. *Méthode de Pelouze.* — On pulvérise séparément 1 gramme de pyrite, 5,3 grammes de carbonate de sodium pur et sec, pesés exactement, puis 7 grammes de chlorate de potassium et 5 grammes de chlorure de sodium pur fondu. Le tout est mélangé, puis projeté par fractions, à l'aide d'une spatule, dans une cuiller en fer, dite cuiller à projection, de 250 cc. environ, chauffée au rouge. Après 10 minutes de chauffe, on laisse refroidir, on épuise par l'eau bouillante, et on titre alcalimétriquement le carbonate de sodium restant, avec l'acide normal, dont 5gr,3 de carbonate nécessiteraient 100 cc. : chaque centimètre cube employé en moins correspond à 0gr,04 d'acide sulfurique, ou 0gr,016 de soufre contenu dans le pyrite. On dose d'autre part le plomb et le zinc, on les calcule en sulfure et on déduit le soufre correspondant du poids trouvé.

Pyrites grillées. Sur chaque four que l'on décharge, on prend un échantillon moyen : on mélange les produits de toute la semaine et sur l'ensemble on fait le prélèvement destiné à l'analyse.

La dissolution se fait dans l'acide chlorhydrique avec quelques gouttes d'acide nitrique : le cuivre se dose de même, et on retranche 0gr,07 o/o pour le bismuth et l'antimoine.

Le soufre se dose sur un échantillon dissous dans l'eau régale, comme dans la pyrite, mais sans précipiter le fer par l'ammoniaque.

Si l'on pratique l'essai de Pelouze, il est inutile d'ajouter du sel marin.

(228) *Essais de cuivre.*

On pèse 100 grammes de cyanure de potassium pur qu'on dissout dans 1^{lit},753 d'eau ou 100 grammes de cyanure ordinaire, qu'on dissout dans 1^{lit},218 d'eau. 50 cc. de cette liqueur titrée équivaudront à environ 0^{gr},50 de cuivre.

L'essai se fait en pesant d'abord un poids de cuivre galvanique pur, qu'on dissout dans l'acide nitrique étendu, on chauffe, puis on sursature par un léger excès d'ammoniaque, on laisse refroidir, puis l'on verse peu à peu et lentement vers la fin de l'opération, au moyen de la burette, la solution de cyanure de potassium, jusqu'à ce que la couleur ait presque disparu et soit remplacée par une faible teinte lilas. Le titre étant vérifié, à la place de cuivre pur on pèse un poids de minerai qu'on traite comme il vient d'être dit.

Exemple. 200° de la burette (100 cc.) — 1 gramme de cuivre.
2 grammes de minerai exigent pour la décoloration 105°.
200 : 105 :: 1 : x; — 0,525, soit 26,25 o/o de cuivre.

(229) *Dosage du cuivre par l'hyposulfite de sodium.*

1° On dissout 84 grammes d'hyposulfite de sodium cristallisé dans 2 litres d'eau. Le titre est pris au moyen de cuivre galvanique pur.

2° On emploie l'iodure de potassium en cristaux, il doit être exempt d'iodate.

3° On prépare une solution d'amidon, en faisant bouillir de l'amidon dans une grande quantité d'eau, on laisse refroidir, on décante et conserve la solution limpide.

Mode d'essai. — On fait dissoudre 0^{gr},500 à 0^{gr},650 de cuivre pur ou d'alliage dans l'acide azotique faible, on chauffe, on étend d'un peu d'eau, puis on ajoute du carbonate de sodium jusqu'à ce que le cuivre commence à se précipiter. On ajoute ensuite un excès d'acide acétique pur, on verse le tout dans un flacon, l'on étend de la moitié du volume d'eau, enfin on jette 4 grammes d'iodure de potassium dans le flacon, on laisse dissoudre. On verse alors la liqueur titrée d'hyposulfite de sodium jusqu'à ce que la plus grande partie de l'iode libre disparaisse et que le liquide prenne une teinte jaunâtre. On ajoute à ce moment un peu de solution d'amidon et on continue à verser avec précaution la liqueur titrée jusqu'à ce que la solution soit incolore. On lit le nombre de degrés sur la burette et on en déduit la quantité de cuivre d'après les résultats obtenus avec le cuivre pur.

(230) *Mise en dissolution du cuivre.*

Dans une capsule de porcelaine profonde et couverte, on chauffe le minerai finement pulvérisé avec de l'acide nitrique étendu et un peu d'acide sulfurique; on évapore à sec et on chauffe jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide sulfurique. Si le minerai renferme du soufre, on recommence la dissolution jusqu'à ce que l'aspect du résidu montre qu'il ne renferme plus de cuivre, quand on reprend par l'eau. Souvent il vaut mieux séparer le soufre, le laver et le calciner dans un creuset de porcelaine; la cendre est reprise par l'eau acidulée et réunie au reste du liquide. Après refroidissement on humecte un peu la masse d'acide sulfurique et après quelque temps on reprend par l'eau bouillante : on filtre pour séparer l'étain et l'antimoine, le plomb et la plus grande partie du fer : tout le cuivre est en dissolution

(231) *Dosage du cuivre d'après Pelouze.*

On ajoute à la solution de cuivre, dans l'acide sulfurique ou nitrique, un excès d'ammoniaque. Le précipité est recueilli sur un filtre, lavé, redissous dans l'acide chlorhydrique et précipité par l'ammoniaque : le liquide filtré et les eaux de lavage sont réunis aux premières. On chauffe le tout à 60°-80° et on ajoute une solution titrée de sulfure de sodium jusqu'à décoloration complète du liquide (ce qu'on peut aussi apprécier par un essai à la touche sur du papier enduit de carbonate de plomb (232) ou de sulfure de zinc, précipité qui noircit s'il y a du cuivre dissous). Le sulfure de cuivre qui se dépose a pour formule 5CuS,CuO.

Le procédé est inexact en présence d'arsenic et de zinc. Il s'applique aussi au cobalt et au nickel. La solution de sulfure de sodium se prépare en saturant d'hydrogène sulfuré un volume donné de lessive de soude caustique, puis ajoutant un volume égal de la même lessive : on dilue de telle sorte que 1 cc. = 0g,01 de cuivre environ (soit 3gr à peu près de sulfure de sodium par litre). La fixation du titre se fait sur du cuivre galvanique (table 228) : on opère comme pour un essai.

(232) *Essai de zinc.*

La solution normale de zinc renferme à l'état de chlorure 8 grammes de zinc pur par litre. — La solution de sulfure de sodium contient 30 à 35 grammes de sel cristallisé par litre. Pour déterminer son titre réel, on prend 25 cc. de la solution de zinc (soit 0gr,2 zinc), on les sursature par l'ammoniaque, on étend à 1/2 litre, et on ajoute la solution de sulfure de sodium jusqu'à ce que ce sel soit en excès. Pour reconnaître ce moment, on prend une certaine quantité de liquide

avec un tube (diamètre 6 millim.) rétréci légèrement par son bout inférieur et servant de pipette, on appuie ce tube sur une bande de carton mince recouverte de carbonate de plomb et glacée, et on fait écouler le liquide. Dès que le sulfure de sodium sera en excès, on verra apparaître une tache brune, et lorsque son intensité correspond à celle que produit 1 cc. de solution de sulfure de sodium étendu de 500 cc. d'eau, on arrête l'opération. On retranche alors 1 cc. du nombre de centimètres cubes employés; ce nombre est généralement compris entre 25 et 30.

Pour faire l'essai d'un minerai, on en pèse, suivant sa richesse, 0 gr, 5 à 1 gramme; on le dissout dans 15 à 30 cc. d'eau régale. On ajoute quelques gouttes de brome et on précipite par 30 à 60 cc. d'ammoniaque avec addition de 5 à 10 cc. de carbonate d'ammonium. Après quelques heures, on filtre le liquide chauffé préalablement et on le titre avec la solution de sulfure de sodium en suivant la marche indiquée.

(233) *Essais des minerais de plomb.*

Emploi du flux.

On mélange intimement :

100	grammes	minerai pulvérisé,
300	—	carbonate de sodium ou flux noir,
10	—	charbon de bois en poudre fine,

On chauffe graduellement, jusqu'à ce que la masse soit complètement liquide, on donne de légères secousses au creuset pour rassembler le plomb, puis on laisse refroidir et on trouve un culot de plomb. On obtient ainsi 74 à 76 pour 100 de plomb avec de la galène pure.

Emploi du fer métallique ou mieux d'un creuset en fer.

On introduit dans le creuset chauffé au rouge sombre, au moyen d'une cuiller en cuivre, un mélange de :

100	grammes	minerai pulvérisé,
100	—	carbonate de sodium,
50	—	potasse perlasse,
15	—	tartre brut.

On verse sur le mélange une légère couche de borax, on active le feu; au bout de 8 à 10 minutes on brasse avec une spatule en fer et on porte la température au rouge brillant.

On enlève le creuset du feu et on laisse refroidir; on obtient ainsi avec de la galène pure 84 pour 100 de plomb ductile et malléable, ne contenant pas de fer. La perte est environ de 4 pour 100; elle s'élève à 5 pour 100 pour les minerais renfermant seulement 40 à 50 pour 100 de plomb.

(234) *Essais de mercure.*

Dans un tube en verre à analyse organique, on introduit le corps à analyser avec un excès de chaux, en ayant soin au préalable de placer à l'extrémité du tube un peu de bicarbonate de sodium, afin de pouvoir entraîner par l'acide carbonique les vapeurs restant dans l'appareil.

Les vapeurs de mercure sont condensées dans un tube à boules contenant une petite quantité d'eau. Le poids du tube à boules a été déterminé avant l'analyse. Lorsque l'opération est terminée, on enlève l'eau et on pèse de nouveau le tube; on a ainsi déterminé la quantité de mercure contenue dans le corps à analyser.

Si le corps contient des azotates ou des iodures, il faudra remplacer la chaux par du cuivre métallique.

Enfin, si le mercure se trouve dans un alliage métallique en présence de métaux non volatils, on le détermine par différence, en soumettant l'alliage à la calcination.

(235) *Dosages électrolytiques.*

On dissout 2 grammes de minerai par 40 cc. d'eau régale et 4 cc. d'acide sulfurique : on évapore à sec pour chasser tous les acides, on humecte de 10 cc. d'acide azotique, on étend d'eau, on filtre dans un becherglas jaugé à 200 cc. et on complète le volume avec de l'eau de lavage.

L'électrode positive est formée d'une spirale ou d'une feuille de platine fixée à l'extrémité d'une tige de même métal; l'électrode négative, d'un cylindre ou d'un cône en platine, ouvert aux deux extrémités et soude à un gros fil de platine. On peut aussi introduire la solution de cuivre dans une capsule de platine ou de nickel platiné, relié au pôle négatif, et employer comme électrode positive une spirale de platine enroulée en cercle sur un plan horizontal, et suspendue en quatre points à un fil de platine.

L'électrode négative est séchée à 100° et tarée avec soin.

Les piles doivent être à courant aussi constant que possible : soit des piles du genre Daniell ou Bunsen, des éléments de Lalande, ou des systèmes au bichromate, mais à deux liquides. On utilise aussi avantageusement les piles thermo-électriques ou les machines dynamo-électriques.

S'il y a beaucoup de cuivre, un courant d'un tiers à un demi-ampère est suffisant; s'il y a peu de cuivre, il vaut mieux employer des courants plus faibles, un dixième à un vingtième d'ampère.

Au bout de 10 à 12 heures, on vérifie si le liquide renferme encore du cuivre : dans le cas contraire, on siphonne le liquide acide, et on le remplace par de l'eau sans interrompre le courant; on le siphonne

après un moment et on continue jusqu'à ce que l'eau ne soit plus acide : on retire alors l'électrode négative, on interrompt le courant, on lave le dépôt de cuivre à l'alcool et on le sèche à 90°; puis on pèse.

Cette méthode devient délicate en présence de l'arsenic, de l'antimoine (qu'il vaut mieux séparer par le sulfure de sodium du mélange des sulfures, qu'on redissout ensuite), du bismuth et de l'argent (ce dernier peut être éliminé au préalable par l'acide chlorhydrique). Le plomb et le manganèse se déposent au pôle positif à l'état de peroxyde. Le fer, le nickel, le cobalt et le zinc ne se précipitent pas en liqueur acide.

Le zinc peut se doser ensuite dans le liquide en ajoutant de la potasse jusqu'à formation d'un précipité qu'on redissout dans le cyanure de potassium; on précipite le zinc par un courant assez énergique et avec les précautions indiquées plus haut, on le pèse.

Pour doser le nickel et le cobalt, le liquide épuisé de cuivre est additionné de quelques cc. d'acide sulfurique ou chlorhydrique et évaporé jusqu'à expulsion de tout l'acide azotique. On étend d'eau, on précipite le fer par l'ammoniaque, et on purifie le peroxyde par dissolutions et précipitations successives, jusqu'a ce qu'il ne renferme plus de nickel. On réunit tous ces liquides, on évapore, on calcine pour chasser le sel ammoniac; on reprend par l'eau et on précipite le cobalt et le nickel par le courant électrique, avec les précautions indiquées. Si les métaux sont mélangés, on redissout le dépôt dans le moins possible d'acide nitrique dilué, on précipite le cobalt par l'azotite de potassium; après 24 heures on filtre, on lave le précipité avec une solution d'acétate de potassium et on le redissout dans très peu d'acide chlorhydrique, on évapore à sec, on reprend par l'eau, on ajoute un excès d'ammoniaque et on dose le cobalt pur.

Essais d'argent par la coupellation.

(236) *Détermination approximative du titre de l'alliage.*

On passe à la coupelle $0^{gr},100$ d'alliage avec 1 gramme de plomb; on obtient un bouton dont le poids donne à 1 ou 2 centièmes près le titre cherché. D'après cet essai, on juge la quantité de plomb à ajouter à l'alliage pour le coupeller au mieux.

La prise d'essai se fait sur 1 gramme d'alliage; le nombre de milligrammes qui représente le poids du *bouton de retour* indique donc le titre de l'alliage en millièmes.

Un bouton pesant 900 milligrammes représente un alliage à 900 millièmes.

On peut aussi déterminer approximativement le titre en faisant sur la pierre de touche des traces dont on compare la couleur avec celles produites par des alliages de titre connu (sans emploi d'acides).

(237) *Table indiquant les quantités de plomb nécessaires pour la coupellation des alliages de cuivre et d'argent.*

Titre de l'argent.	Plomb à ajouter à 1 gramme d'alliage.	Titre de l'argent.	Plomb à ajouter à 1 gramme d'alliage.
Argent à 1000	0gr,500	Argent à 500	16 à 17 gr. (pour 500 à 100)
— 950	3	— 400	
— 900	7	— 300	
— 800	10	— 200	
— 700	12	— 100	
— 600	14	Cuivre pur.	

Le bouton n'est pas de l'argent pur; il contient du plomb et du cuivre. L'analyse, par voie humide, indique dans le bouton d'essai un titre compris entre 992 et 998 millièmes. Ce titre peut être évalué à 996 millièmes. (Voir ci-dessous la table 238).

(238) *Table de compensation pour l'essai des matières d'argent.*

Titres exacts.	Titres trouvés par la coupellation	Pertes ou quantités de fin à ajouter aux titres correspondants obtenus par la coupellation.	Titres exacts.	Titres trouvés par la coupellation	Pertes ou quantités de fin à ajouter aux titres correspondants obtenus par la coupellation.
1000	998,97	1,03	600	595.32	4,68
950	947,50	2,50	550	545,32	4,68
900	896,00	4,00	500	495,32	4,68
850	845,85	4,15	400	396,05	3,95
800	795,70	4,30	300	297,40	2,60
750	745.48	4,52	200	197,47	2,53
700	695,25	4,75	100	99,12	0,88
650	645,29	4,71			

Les *témoins* sont des essais que l'on exécute sur un alliage fait avec de l'argent à 1000 millièmes et représentant d'une manière approximative le titre de l'alliage qu'on examine. Le témoin doit être passé à la coupelle à côté de l'essai auquel il doit être comparé. Ils sont surtout utiles quand l'alliage contient de l'or, du platine ou du palladium.

Essais d'argent par la voie humide (Gay-Lussac).

(239) *Préparation de l'argent pur à* $\frac{1000}{1000}$.

Dissoudre l'argent métallique dans l'acide nitrique, séparer par décantation le résidu, s'il y en a, puis précipiter la solution étendue d'eau par un excès de sel marin. Le chlorure d'argent bien lavé, puis séché, est chauffé dans un creuset de terre réfractaire, au rouge vif. Pour 100 p. chlorure d'argent :

74,4 p. de craie, 4,2 p. de charbon de bois pulvérisé.

L'argent métallique occupe le fond du creuset; on le détache, on le lave et on le redissout de nouveau dans l'acide azotique pur, puis on recommence le même traitement. L'argent est alors complétement pur.

(240) *Préparation de la liqueur décime d'argent.*

On dissout 1 gramme d'argent à 1000 millièmes dans 5 ou 6 grammes acide azotique pur et l'on étend la dissolution d'eau distillée, de manière à obtenir exactement 1 litre de liqueur.

(241) *Préparation de la dissolution normale de sel marin.*

On dissout 5gr,414 de chlorure de sodium pur dans l'eau distillée, de manière que le volume du liquide occupe 1 litre à la température de 15°; 1 décilitre de cette liqueur à + 15° précipite exactement 1 gramme d'argent pur.

On peut employer le sel marin ordinaire; dans ce cas, on dissout 200 ou 300 grammes de sel marin dans 2 litres d'eau commune, on filtre, puis on évapore à sec quelques grammes de la solution pour apprécier la quantité de sel qu'elle renferme. On étend alors cette liqueur d'une quantité d'eau inférieure à celle qu'indiquerait le calcul en supposant que le sel fût pur. Puis on la titre au moyen de la liqueur titrée d'argent et on l'amène au titre exact.

(242) *Préparation de la liqueur décime salée.*

On verse 1 décilitre de liqueur normale dans un vase de la capacité de 1 litre, qu'on achève de remplir avec de l'eau distillée.

1 litre de liqueur décime peut précipiter 1 gramme d'argent;

1 centimètre cube de la même liqueur précipitera 1 milligramme d'argent.

(243) *Prise d'essai à la goutte.*

Prendre des lingots à bas titre, les fondre en présence d'une petite quantité de charbon, brasser la masse avec un bâton-cuiller en terre argileuse et couler une partie dans l'eau. La composition de la grenaille ainsi produite représente la composition moyenne de l'alliage. L'analyse se fait à la manière ordinaire.

Analyse des alliages d'or.

(244) *Essai approximatif, dit essai au touchau.*

Avec de la pratique on peut déterminer le titre d'un alliage d'or à moins d'un centième près. Cet essai exige l'emploi : 1° de

la pierre de touche, 2° des touchaux, 3° de l'acide pour touchaux.

L'acide, pour les touchaux, se compose de :

98 p. acide azotique de 1,340 densité (37° Baumé),
2 p. acide chlorhydrique de 1,173 densité (21° Baumé),
25 p. d'eau,

ou bien de :

123 p. acide azotique (31° Baumé),
2 p. acide chlorhydrique (21° Baumé).

On fait sur la pierre de touche 3 ou 4 touches afin de décaper l'objet avant de prendre la touche définitive, puis on compare cette dernière avec des touches faites par des touchaux dont les titres sont connus. (583, 625, 667, 708 et 750 *millièmes*).

On mouille ces diverses touches ou traces avec une baguette de verre trempée dans l'acide et on examine l'effet produit.

La trace disparaît presque subitement si elle a été faite avec du cuivre; elle résiste si le bijou est au titre de 750 millièmes ou au-dessus; dans ce cas, un linge fin passé légèrement sur la pierre n'enlève pas la trace.

La teinte verte plus ou moins foncée que prend l'acide, ainsi que l'épaisseur de la couleur de la touche ou trace d'or qui reste sur la pierre, permettent de déterminer le titre d'une manière très-approximative.

(245) *Analyse des alliages d'or.*

Avant de procéder à l'analyse exacte d'un alliage d'or, il faut connaître approximativement son titre, afin de lui faire subir l'opération de l'*inquartation*.

On l'*approxime* au moyen de la pierre de touche ou en passant à la coupelle 0gr,100 d'alliage avec 0gr,300 d'argent et 1 gramme de plomb.

Le bouton, aplati et mis en ébullition pendant quelques minutes avec 5 à 6 grammes d'acide azotique, donne un résidu d'or dont le poids indique approximativement le titre de l'alliage. Cette opération porte le nom de *départ*.

La pratique a montré que l'opération du départ, c'est-à-dire la séparation de l'argent au moyen de l'acide azotique, s'exécute d'une manière complète lorsque, dans le bouton, l'or est à l'argent dans le rapport de 1 partie d'or à 3 parties d'argent. C'est cette opération qui consiste à ajouter à l'alliage une quantité d'argent, telle, que l'or soit à l'argent dans le rapport de 1 à 3, qui porte le nom d'*inquartation*.

Le titre approximatif étant connu, soit 900 millièmes, on pèse avec exactitude 0gr,500 d'alliage, on l'introduit dans un petit morceau de papier avec la quantité voulue d'argent, soit 1gr,350.

D'autre part, on pèse le plomb nécessaire à la coupellation, soit 5 grammes de plomb et on porte dans une coupelle bien rouge ; lorsque le plomb est *découvert*, c'est-à-dire que sa surface est nette et brillante, on y ajoute l'alliage ainsi que l'argent.

On procède alors comme pour un essai d'argent, les phénomènes étant à peu près les mêmes.

Lorsque le bouton s'est figé, on l'enlève, on l'aplatit sur un tas d'acier, on le recuit, on le lamine et on le recuit une seconde fois. La lame mince roulée sur elle-même en spirale constitue le *cornet* qu'il faut soumettre à l'action de l'acide nitrique ou au *départ*.

Le cornet est introduit dans un matras d'essai avec 30 à 35 grammes d'acide nitrique à 22° Baumé, puis on fait bouillir 20 minutes environ, on décante et on ajoute de nouveau 25 à 30 grammes d'acide nitrique à 32° Baumé, on fait bouillir 10 minutes. On décante, on lave le cornet à deux reprises avec de l'eau distillée, on remplit alors entièrement d'eau le matras et on le renverse avec précaution dans un petit creuset d'argile, de manière à y faire tomber le cornet sans le briser. On décante l'eau recouvrant l'or et on porte le creuset au rouge, en ayant soin de ne pas fondre le métal.

Le poids du cornet donne le titre de l'alliage.

Lorsque l'or est à un titre élevé, il faut soumettre le cornet à trois traitements successifs par l'acide nitrique, afin d'éviter les surcharges.

Le tableau suivant peut servir de base à une table de compensation qui permettrait, au moyen d'une correction, d'obtenir toute l'exactitude que comporte la coupellation de l'or.

Titres vrais de l'or.	Titres obtenus.	Différences.	Titres vrais de l'or.	Titres obtenus.	Différences.
900	900,25	+ 0,25	400	399,50	— 0,50
800	800,50	0,50	300	299,50	0,50
700	700,00	0,00	200	199,50	0,50
600	600,00	0,00	100	99,50	0,50
500	499,50	— 0,50			

Ces résultats ont été obtenus avec des mélanges d'or et de cuivre purs et coupellés avec des quantités de plomb indiquées dans le tableau suivant :

Titres de l'or allié au cuivre.	Quantités de plomb nécessaires pour enlever le cuivre par la coupellation.	Titres de l'or allié au cuivre.	Quantités de plomb nécessaires pour enlever le cuivre par la coupellation.
1000 millièmes.	1 partie	500 millièmes.	26 parties.
900 —	10 —	400 —	34 —
800 —	16 —	300 —	
700 —	22 —	200 —	
600 —	24 —	100 —	

(246) *Analyse des lingots de doré.*

Le doré est un alliage formé d'or, d'une forte proportion d'argent et d'une petite quantité de cuivre.

L'argent sera dosé par la voie humide chaque fois que l'or n'excédera pas 200 à 300 millièmes. Il faut avoir soin de réduire l'alliage en lames très minces et de faire bouillir plusieurs fois avec l'acide nitrique concentré, avant de précipiter par le sel marin.

L'or est dosé dans une seconde prise d'essai, en passant l'alliage à la coupelle et en soumettant le bouton de retour au départ ordinaire par l'acide nitrique.

Il est également nécessaire de passer à la coupellation un *témoin*, lorsqu'on détermine l'argent par différence entre le poids du bouton de retour et celui de l'or, la présence de l'or donnant toujours une surcharge.

Enfin, si le lingot présente des indices de *rochage*, il devra être essayé à la goutte.

(247) *Analyse des alliages d'or, d'argent, de platine et de cuivre.*

L'alliage est passé à la coupelle avec du plomb, à une température supérieure à celle des essais d'argent. La perte de poids après la coupellation indique la proportion du cuivre.

L'alliage est coupellé avec addition d'argent, s'il n'en contient pas déjà une quantité suffisante.

Le bouton laminé est traité par l'acide sulfurique bouillant, qui dissout l'argent; le résidu, lavé et desséché, donne par différence l'argent.

Ce résidu, composé d'or et de platine, est passé à la coupelle avec six fois la quantité d'argent correspondant au platine. Le nouveau bouton est laminé et traité par l'acide nitrique bouillant qui dissout le platine à cause de la présence de l'argent.

Le résidu donne l'or; le platine est obtenu par différence.

Pour plus d'exactitude, cette dernière opération doit être faite une seconde fois. Si le poids de l'or reste invariable, on est certain que tout le platine a été enlevé.

(248) *Alliages d'étain et de plomb.*

	Sn %.	Densité.	Fusion.		Sn %.	Densité.	Fusion.
Sn^5Pb	76	8,046	194°	Sn^2Pb	53	8,766	196°
Sn^4Pb	69	8,195	189	$SnPb$	37	9.451	241
Sn^3Pb	63	8,414	186	$SnPb^2$	22	10.110	
Sn^5Pb^2	59	8,565		$SnPb^3$	16	10,410	239

(249) *Principaux alliages.*

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Plomb.	Étain.	Divers.
Alliage d'Arcel	Pour clicher	»	31,25	18,75	Bismuth 50
	Fusible à 94° C.	»	5	3	— 8
Alliage de Wood	Fusible entre 66 et 71°	»	2	4	Cadm. 1 à 2, Bism. 7 à 8
Alliages divers	Vaisselle et robinets	»	8	92	
	Cuillers et flambeaux	»	20	80	
	Coussinets de roues — des hélices	1	»	8	Antimoine 2
Métal antifriction	»	8	»	90	— 8
Robinets	»			78,5	Antim. 19,5, Nickel 2
Métal blanc	»	»	4	16	Zinc 3
— —	»	»	3	16	— 9
Métal d'Alger	»	»	26	69,5	Antim. 4,5
Alliages pour	Caractères d'imprimerie		80		— 20
	Miroirs des télescopes	66	»	33	Arsen. traces.
	Tamtams et cymbales	80	»	20	
	Médailles	94 à 96	»	4 à 6	Zinc 1/2
	Monnaies : billion refonte 1864	95	»	4	— 1
Alliages de Budi.	Adhère directement à la fonte.	»	»	89	Fer 5, Nick. 6
— de Réaumur	Très-dur, fait feu au briquet.	»	»	»	Ant. 70, Fer 30
— de Cooke	Décompose l'eau à l'ébullition.	»	»	»	Ant. 57, Zn 43.
Polychrome	Étamage d'ustensiles de cuivre	»	»	6	Fer 1
Alliage pour.	Planches à graver la musique.	»	70 à 75	5	Antim. 20 à 25
Amalgames	Fusible à + 53°	»	»	»	Alliage d'Arcet 9, Merc. 1
	Étamage de miroirs courbes	»	»	4	Mercure 1

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Zinc.	Étain.	Divers.
Rouleaux	Impression	80		16	Plomb 2; Antimoine 2
Racles	Impression (Dresde) très-élastique, peu attaqué, devient cassant par la fonte	85,8	9,8	4,9	
Racles	Impression	80,5 env.	10,5	8	
Laiton de Romilly	Travail au marteau	70	30	»	
— de Stolberg, 1re qual.	Ustens. de ménage, chaudières.	65,80	31,80	0,20	Plomb.. 2,20
— anglais	Travail au marteau	70 29	29,26	0,17	— .. 0,28
— de Jemmapes	Pour les tourneurs	64,60	33,70	0,20	— .. 1,50
— —	Pour la tréfilerie	64,20	35	0,40	— .. 0,40
— des doreurs	Bronzes dorés	63,70	33,55	2,50	— .. 0,25
— des horlogers	Roues de montres	60 à 66	37 à 31	1,3 à 1,4	Fer, 0,7 à 0,9
— des armuriers	Garnitures d'armes	80,00	17	3	Plomb . 0,0
Chrysocale	Faux bijoux	90,40	8	»	— .. 1,60
—	—	86 à 88	8 à 6	6	
Similor ou or de Mannheim	—	80 à 88	20 à 12	»	
Pinchbeck	—	83,33	16,67	»	
Bracelet antique (Nauenburg).	—	83,08	15,38	1,54	
Tombac ou cuivre blanc	Instruments de physique	86 à 88	14 à 12	»	
— jaune	—	88,88	5,56	5,56	
— rouge	—	91,66	8,34	»	
— plus rouge	Boutons, etc	97	2	»	Arsenic. 1,00
Bronze	Canons français	90,10		9,90	
— des frères Keller	3 statues de Versailles (moyenne).	91,40	5,53	1,70	Plomb . 1,37
—	Grosses cloches	78,00		22	
— zincifère	Coussinets de machines, etc.	73,60	9,09	9,50	Plomb . 7; Fer.... 0,42
Alliage de Fenton	— —	5,50	80	14,50	
— très-dur	Locomotives	6,10	62,64	11,32	Plomb. 19,94

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Zinc.	Étain.	Divers.
Alliage très-dur, proposé par Calvert et Johnson...	Locomotives................	6,80	69 56	12,58	Plomb. 11,06
Métal de Muntz..............	Doublage de navires..........	66	34	»	
Poudre à bronzer, jaune pâle..	Pour les peintres............	82,33	16,69	»	
Bronze de coul., jaune foncé....	—	84,50	15,30	»	Fer.... 0,16
— jaune rouge....	—	90	9,60	»	— 0,07
— jaune orangé..	—	98,93	0,73	»	— ... 0,20
— cuivre..	—	99.90	»	»	— 0.08
— violette...... .	—	98.22	0,50	traces.	— ... traces
— verte	—	84,32	15,02	»	— 0,30
— blanche......	—	»	2,30	96,46	— 0,03
Bronze d'aluminium.........		90			Aluminium 10

Alliages.	Cuivre.	Nickel.	Zinc.	Divers.
Packfung chinois ou toutenague......	55	23	17	Étain 2; Fer 3
— —	43,80	15,60	40,60	
Cuivre blanc chinois (de densité 8,432).........	40,40	31,60	25,30	Fer 2,60
Maillechort français le plus pur..................	50	18,75	31,25	
Packfung parisien..	62	15	23	
—	66	19,30	13,60	
—	65	16,80	13	Étain 0,2; fer 3,4.
Alfénide....................................	59	10	30	
Packfung allemand, pour couverts..	50	25	25	
— pour sellerie, éperons.........	57	20	20	
Maillechort fort élastique anglais...............	57,40	13	25	Fer 3,00
Alliage pour dentistes .., ...	5			Platine 95
Alliage, couleur et densité de l'or............	50			— 50

(250) *Alliages fusibles pour machines à vapeur.*

Bismuth.	Plomb.	Étain.	Point de fusion.	Pression en atmosphères.	Bismuth.	Plomb.	Étain.	Point de fusion.	Pression en atmosphères.
			°					°	
8	5	3	100	1	8	16	12	146	4
8	8	4	113,3	1½	8	22	24	154	5
8	8	3	123	2	8	32	36	160	6
8	10	8	130	2½	8	32	28	166	7
8	12	8	132	3	8	30	24	172	8
8	16	14	143	3½					

Plomb.	Étain.	Point de fusion.
1	3	186
1	1	241

(251) *Soudures.*

Soudures.	Cuivre.	Zinc.	Divers.
Soudures fortes: jaune peu fusible....	53,3	43,1	Étain 1,3 Plomb 0,3
demi-blanche fusible .	44,0	49,9	— 3,3 — 1,2
blanche très-fusible . .	57,4	28,0	— 14,6
— très-forte....	53,3	46,7	
Métal des cloches pour souder................	10		Étain 15,0; laiton 20
Id. pour souder le laiton...	1,5	6	Laiton 10
Argent de soudure pour alliage à $\frac{950}{1000}$.	23,33	10	Argent 66.66
Soudure des plombiers....			Étain 33; Plomb 66
— des ferblantiers . .			— 50 — 50
— pour or rouge....	1		Or 5
— pour or à $\frac{750}{1000}$....	1		Argent 1. Or 4

(252) *Alliages monétaires.*

L'alliage pour billon français contient 95 pour 100 de cuivre, 4 d'étain et 1 de zinc.

L'Allemagne, la Belgique et les États-Unis emploient un alliage de 25 p. de nickel avec 75 p. de cuivre.

Les monnaies d'argent en France sont au titre de 900 millièmes avec une tolérance de 2 millièmes au-dessus et au-dessous (*pièces de 5 fr.*); les pièces de 2 fr., 1 fr., 50 cent. et 20 cent. sont au titre de 835 millièmes, avec une tolérance de 3 millièmes.

Le poids des pièces d'argent de 5 francs est fixé à 25 grammes avec une tolérance de 3 millièmes ; pour les pièces de 2 et de 1 franc, dont les poids sont de 10 et 5 grammes, la tolérance est de 5 millièmes ; pour les pièces de 50 centimes (poids $2^{gr},50$), de 7 millièmes.

Les médailles renferment plus d'argent : elles sont au titre de 950 millièmes, avec la même tolérance que pour les alliages de la monnaie.

Les alliages pour orfèvrerie sont au nombre de deux. Le premier, employé pour vaisselle et argenterie, est à 950 millièmes, avec une tolérance de 5 millièmes. Ainsi un couvert qui contient 945 millièmes d'argent pur est encore dans la limite fixée par la loi.

Le deuxième est de 800 millièmes; la tolérance au-dessous est de 5 millièmes. Il n'y a pas de limites fixées pour les titres au-dessus de 950 millièmes.

Dans ces derniers temps on a proposé de substituer dans les alliages d'argent le zinc au cuivre. D'après M. Peligot, un alliage de 800 argent et 200 zinc ne noircit pas dans les dissolutions de polysulfure.

Les monnaies d'or en France sont au titre de 900 millièmes.

La loi accorde une tolérance de 1 milième, soit au-dessus, soit au-dessous; les monnaies dont les titres sont entre 899 et 901 millièmes sont par conséquent encore au titre légal.

Les pièces de 20 francs pèsent $6^{gr},452$ (tolérance 2 millièmes).
— 10 — 3 ,226 — 2
— 5 — 1 ,613 — 3

Les médailles sont plus riches en or que les monnaies : le titre est 916 millièmes d'or, avec une tolérance de 2 millièmes en dessus et en dessous.

Les alliages pour la bijouterie sont au nombre de trois :

Le premier est au titre de 920 millièmes;

Le second — 840 — ;

Le troisième, qui est le plus employé, est au titre de 750 millièmes, avec une tolérance de 3 millièmes au-dessous.

La tolérance est sans limite pour les titres qui dépassent 750 millièmes.

Pour les boîtes de montre en or destinées à l'exportation, la loi a créé un quatrième titre de 583 millièmes ou 14 carats.

Les objets destinés à l'exportation peuvent être fabriqués à tous titres, mais ne reçoivent pas le poinçon de l'Etat.

Le titre de l'or s'évaluait autrefois en carats, l'or pur étant à 24 carats, et l'or à 750 millièmes à 18 carats; le carat se subdivisait en 32es. Le titre de l'argent s'évaluait en deniers, l'argent pur étant à 12 deniers, et le denier se subdivisait en 24 grains.

La valeur légale du kilogramme d'or pur, à 1000 millièmes, est fixée à 3444 fr. 44 cent., ou 3100 francs pour l'or à 900 millièmes : sur ce dernier tarif, le Trésor exerce pour les frais de fabrication une retenue de 6 fr. 70, ce qui met le kilogramme d'or pur à 3437 francs, et celui d'or à 900, à 3093 fr. 30, au tarif du change.

Ainsi la pièce de 20 francs ne vaut, au tarif de change que 19 fr. 957.

Le souverain anglais, qui pèse 7gr,988 au titre de 916,66 millièmes, contient donc en métal pur 7gr,322 : il vaut donc au pair 25 fr. 22; mais versé aux bureaux du change de l'Hôtel des monnaies, il ne vaut que 25 fr. 15. La valeur légale du kilogramme d'argent est de 222 fr. 22 pour l'argent pur et de 200 francs pour l'argent à 900 millièmes : sur cette dernière valeur la retenue, pour frais de fabrication, est de 1 fr. 50, ce qui met la valeur, au tarif de change, de l'argent pur à 220 fr. 56, et celle de l'argent à 900, à 198 fr. 50.

Section III. — Grosse industrie chimique.

(253) *De l'échantillonnage.*

Pour les produits solides, livrés généralement à l'état pulvérulent ou en menus fragments, par chaque brouette, cuveau ou sac, on prendra au moment de la pesée, à l'aide d'une cuiller, un échantillon d'environ 1/2 kilogramme, qu'on mélangera dans un grand pot pouvant se boucher, afin d'éviter l'humidité. Le contenu de ce pot est ensuite déversé sur une table plane en pierre dure, broyé au besoin, bien mélangé, puis on procède comme pour les minerais (table 225).

Si la livraison se fait en tonneaux, soit sur chaque fût, soit sur tous les cinquièmes ou dixièmes, on perce un trou de 3 cm. de diamètre en un point de l'un des fonds, et on introduit une sonde ou cuiller, ayant la forme d'une gouttière, en fer ou en acier, entretenue très propre et sans rouille, et qu'on pousse jusqu'au centre du baril; on la fait tourner sur son axe et on retire l'échantillon moyen des différentes couches. On mélange ces différentes prises dans un bocal qu'on vide ensuite sur une grande feuille de papier; on écrase les parties agglomérées avec une spatule, puis on mélange rapidement le tout et on prend sur tous les points de la masse un peu de produit pour faire un échantillon moyen de 1 à 2 kilogrammes, lequel est encore bien mélangé et sert à remplir le flacon d'échantillon de 100 grammes au moins, en opérant comme pour le minerai (table 225) Il est essentiel d'opérer aussi vite que possible, surtout avec les substances qui s'altèrent à l'air ou absorbent l'humidité.

(254) *Préparation des liqueurs titrées.*

Les liqueurs titrées employées dans l'analyse et dans le titrage des produits chimiques sont de deux sortes : on désigne sous le nom de liqueurs *normales* celles qui renferment par litre l'équivalent du corps exprimé en grammes, en donnant au mot d'équivalent sa définition la plus large, c'est-à-dire le poids de la molécule du corps actif considéré comme monatomique : ainsi l'acide sulfurique SO^4H^2, dont le poids moléculaire est de 98, aura pour nous un équivalent de

49, pour correspondre à la potasse KOH, dont le poids moléculaire est de 56; 49 grammes d'acide sulfurique monohydraté saturent en effet 56 grammes de potasse hydratée. La liqueur normale-décime, la plus employée, renferme l'equivalent dissous dans 10 litres; on la prépare en diluant à 1 litre 100 cc. de liqueur normale. On fait quelquefois usage de liqueur normale-centime.

Les autres liqueurs titrées, dites *arbitraires*, sont préparées le plus souvent de telle sorte qu'un centimètre cube corresponde à un milligramme ou à un centigramme de l'élément dosé.

L'usage des liqueurs normales ayant prévalu dans les laboratoires et dans l'industrie, nous donnerons surtout les méthodes qui reposent sur leur emploi.

Acide normal. — Le plus employé est l'acide sulfurique.

On fait un mélange d'acide sulfurique et d'eau, d'après les tables de densité (table 87), de manière qu'un litre renferme 40 grammes d'acide sulfurique anhydre, ou un peu plus. On prend 10 cc. de cette liqueur, et on y dose l'acide sulfurique par un sel de baryum. Un simple calcul indique la quantité d'acide sulfurique ou d'eau à ajouter pour que la liqueur renferme exactement 40 grammes d'acide sulfurique par litre.

Pour la liqueur normale contenant l'acide chlorhydrique, on opère d'une manière analogue; elle doit renfermer 36gr,500 d'acide chlorhydrique anhydre par litre; on en détermine le titre au moyen d'un sel d'argent, à l'état de chlorure d'argent.

La liqueur normale d'acide chlorhydrique est trop forte et perd de l'acide à l'air: il vaut mieux ne la préparer que décime ou au plus demi-normale.

On se sert rarement de l'acide nitrique normal, dont on établit le titre au moyen de l'alcali normal.

La meilleure manière de préparer les liqueurs normales est certainement de partir de l'acide oxalique normal; on dissout 63 grammes d'acide oxalique pur, en petits cristaux, volatil sans résidu, dans l'eau distillée, et on complète un litre à 15°. Il se garde à peu près indéfiniment à l'obscurité, en flacon bien fermé, et on l'emploie comme type pour préparer les liqueurs normales acides, alcalines et celles de permanganate. Il n'est pas très commode pour titrer les carbonates alcalino-terreux.

Alcali normal. — On dissout dans l'eau de la potasse à l'alcool ou de la baryte cristallisée, de manière à avoir des solutions équivalentes volume à volume avec celles des acides; ou bien on pèse exactement 53 grammes de carbonate de sodium pur et calciné, dissous dans l'eau de manière à faire un litre: cette solution est normale.

On peut aussi employer l'ammoniaque demi-normale.

Indicateurs. — Voyez section XVIII.

Mode opératoire. — Pour essayer un acide, on pèse un poids en décigrammes correspondant à son équivalent, c'est-à-dire au poids moléculaire de l'acide considéré comme monobasique; on le dissout dans 100 grammes d'eau et on prend 10 centimètres cubes de la solu-

tion; le nombre de dixièmes de centimètre cube de liqueur alcaline nécessaire pour rendre la solution neutre au tournesol donne directement la quantité pour 100 d'acide réel.

Exemples. On prend :

4gr,9 acide sulfurique;
3gr,646 acide chlorhydrique
6gr,300 acide azotique, etc.

De même pour les alcalis on pèsera :

5gr,61 potasse caustique;
4 grammes soude caustique;
5gr,300 carbonate de sodium anhydre, etc.,

et l'on titrera avec la liqueur normale acide.

(255) *Liqueurs pour les analyses par oxydation et par réduction.*

La solution normale de permanganate devrait renfermer 31gr,62 de ce sel, mais, comme elle s'altère rapidement, on en prépare d'habitude une solution de 25 à 30 grammes, dont on prend le titre chaque fois au moment de s'en servir. Le titre se prend soit au moyen du fil de clavecin (226), ou du sulfate de fer et d'ammonium cristallisé, qui renferme 1/7 juste de fer et dont on dissout 1 gramme environ dans l'eau bouillie acidulée par l'acide sulfurique, ou au moyen de l'acide oxalique normal dont 1 cc. = 0gr,008 d'oxygène ou 0gr,056 de fer métallique; à 10 cc. d'acide oxalique on ajoute assez d'acide sulfurique pur pour échauffer la solution à 50-60° et on verse le permanganate jusqu'à coloration rose persistante.

Le titre des solutions de permanganate s'exprime habituellement en fer ou en acide oxalique normal.

Dans le système des liqueurs normales, 2 molécules de fer à l'état de protosel absorbant 1 atome d'oxygène pour passer à l'état de peroxyde comptent pour un équivalent; l'acide oxalique est exactement normal à 63 grammes par litre et est équivalent à 0gr,008 d'oxygène disponible ou absorbé par cc.

On peut garder pendant quelque temps la solution de sulfate de fer ammoniacal en l'additionnant de 5 à 10 pour 100 d'acide sulfurique et en la conservant, sous une couche de quelques centimètres de benzine ou de pétrole, dans un flacon ressemblant à une pissette; on remplit la burette en soufflant et on bouche ensuite les tubes avec des caoutchoucs garnis de baguettes de verre.

On pèse 4gr,92 de bichromate de potassium pur, et l'on dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

1 centimètre cube de cette solution correspond à 5 milligrammes 6 dixièmes de fer (0,0056) à l'état de sel ferreux. L'indice de la fin de la réaction est la coloration de l'iodure de potassium amidonné.

On pèse 24gr,800 d'hyposulfite de sodium cristallisé $Na^2S^2O^3 + 5H^2O$ qu'on dissout dans l'eau pour compléter 1 litre.

On pèse d'un autre côté 12gr,700 iode et environ 18 grammes iodure de potassium, et l'on dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

10 cc. d'hyposulfite de sodium doivent correspondre à 10 cc. de la solution iodique. L'essai se fait en présence de l'amidon.

Ces solutions sont normales-décimes.

(256) *Soufre.*

Le soufre brut de Sicile peut être dosé par dissolution dans le sulfure de carbone pur, dont on prend ensuite la densité. Le sulfure doit être purifié par digestion avec de l'oxyde de mercure et du mercure, puis distillé; on pèse 50 grammes de minerai pulvérisé et on le fait digérer avec 200 grammes de sulfure de carbone dans un vase fermé, à froid; on prend ensuite la température et la densité de la solution filtrée. La table **258** donne la teneur en soufre du sulfure de carbone d'après sa densité à 15°.

De 15 à 25°, on peut ramener la densité D^t à t à la densité D à 15° par la formule

$$D = D^t + 0{,}0014\,(t - 15°).$$

Le poids du soufre ainsi trouvé, multiplié par 4, donne la teneur en soufre de l'échantillon.

En outre, on dose l'eau en desséchant pendant quelques heures à l'étuve à 100°, un échantillon grossièrement concassé de 100 grammes. Les cendres sont déterminées sur 10 grammes dans une capsule de porcelaine tarée.

On examine de même le soufre régénéré des marcs de soude.

(257) *Sulfhydrométrie.*

On ajoute à la liqueur contenant de l'acide sulfhydrique un sulfure alcalin, de l'amidon et goutte à goutte de la liqueur d'iode normale-décime jusqu'à coloration. Le nombre de centimètres cubes de liqueur employée × 0gr,0016 donne le poids de soufre.

(258) ***Densités des solutions de soufre dans le sulfure de carbone.***

Densités.	S. °/o.	Densités.	S. °/o.	Densités.	S. °/o.	Densités	S. °/o.
1,271	0	1,305	8,2	1,340	16,6	1,375	27 4
275	0,9	310	9,4	345	17,9	380	30,2
280	2,1	315	10,6	350	19,0	385	33,2
285	3,4	320	11,8	355	20,4	390	36,7
290	4,6	325	13,1	360	21,8		
295	5,8	330	14,2	365	23,2		
300	7,0	335	15,4	370	25,1		

(259) *Gaz des fours à pyrite.*

On fait arriver le gaz dans un flacon de 250 cc. de capacité, muni d'un bouchon à 3 trous, par lesquels passent un tube plongeant au fond du flacon, un entonnoir à robinet et un tube effleurant le bouchon et relié à un aspirateur en verre dont le robinet d'écoulement est au niveau de l'extrémité du premier tube. Dans le flacon on introduit 50 cc. d'eau et un peu d'iode normal-décime avec de l'amidon. On fait passer le gaz jusqu'à ce que l'iodure d'amidon soit décoloré; à ce moment on arrête l'aspiration et on introduit par l'entonnoir à robinet 10 cc. d'iode normal-décime. On fait couler l'eau en la recueillant dans l'éprouvette; on arrête dès que l'iodure est décoloré, et on lit le volume d'eau écoulé, qui correspond au volume du gaz aspiré, plus 11cc,14 de gaz acide sulfureux absorbé par l'iode. La quantité pour 100 d'acide sulfureux dans le gaz des fours s'obtient en divisant 1114 par le volume de l'eau écoulé, plus 11. La table ci-jointe donne le résultat.

Eau écoulée.	SO^2 %.	Eau écoulée.	SO^2 %.	Eau écoulée.	SO^2 %.	Eau écoulée.	SO^2 %.	Eau écoulée.	SO^2 %
82	12	100	10	128	8	148	7	175	6
90	11	113	9	138	7,5	160	6,5	192	5,5

(260) ***Essai du salpêtre et du nitrate de sodium.***

1° *Eau.* — On dessèche 10 grammes de matières à 130° au bain d'air, dans une capsule de porcelaine tarée.

2° *Matière insoluble.* — Le résidu du premier dosage est dissous dans 150 cc. d'eau; on filtre sur un filtre taré, on lave et on complète 200 cc. avec les eaux de lavage. Le filtre est séché à 100° et pesé; on a ainsi le poids de matière insoluble, organique et minérale; en calcinant, celle-ci reste seule.

3° *Chlore.* — On le dose sur 20 cc. d'après la table **261**, et on calcule en chlorure de sodium.

4° *Sulfates.* — On les dose par pesée sur 20 ou 25 cc. et on les calcule en sulfate de sodium.

La somme de ces quatre éléments, plus pour les autres impuretés 1/2 pour 100, donne le degré de réfaction du nitrate, le reste étant compté pour nitrate pur.

5° *Acide nitrique.* — Dans les cas restreints où cela est nécessaire, on peut le doser par le procédé Schlœsing (table **356**);

1 cc. de bioxyde d'azote ramené à 0° et 760mm = 0,003805 grammes de nitrate de sodium;

Ou par celui de Pelouze ;

On prend 1gr,500 de fil de clavecin et 30 à 40 cc. d'acide chlorhydrique pur, on dissout dans une cornue traversée par un courant d'hydrogène. Après dissolution, on ajoute par le col de la cornue une quantité de matière contenant au maximum 0,2 d'acide azotique. On fait bouillir et on dose par la liqueur normale de permanganate de potassium le fer excédant. Voy. t. 226.

Le poids du fer peroxydé $\times 0{,}3214 =$ Az^2O^5 contenu dans la substance ; log. du facteur $= -1{,}50705$.

6° On peut aussi ajouter le nitrate (0,2 à 0,3) ou 5 cc. de la solution précédente du nitrate dans un petit ballon, avec un peu de sulfate ferreux sec et d'acide chlorhydrique : on déplace l'air par un courant d'acide carbonique, on fait bouillir jusqu'à expulsion du bioxyde d'azote, on laisse refroidir dans le courant du gaz carbonique, puis on sature à peu près par du bicarbonate de sodium. On ajoute de l'iodure de potassium pur, on bouche le ballon et on chauffe au bain-marie, vers 60° pendant quelque temps ; on laisse refroidir ; et sur tout ou partie du liquide dilué à 100 cc. on dose l'iode mis en liberté, en présence d'amidon, au moyen d'hyposulfite de sodium normal-décime dont 1 cc. $= 0{,}0018$ d'acide nitrique Az^2O^5 ou 0,00337 de nitrate de potassium, ou 0,00283 de nitrate de sodium.

Ces procédés sont applicables dans tous les cas où on a à doser des nitrates.

Appendice. — *Dosage des nitrites.* — Dans quelques cas il est nécessaire de doser les nitrites ou l'acide nitreux. On dilue la solution de telle sorte que, pour une partie d'acide nitreux, on ait au moins 1500 p. d'eau, on ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à forte réaction acide, et on verse le permanganate. Quand la teinte rose disparaît difficilement, on chauffe vers 40°, et on achève le titrage : 1 cc. d'acide oxalique normal $= 0{,}038$ d'acide azoteux anhydre ou 0,069 de nitrite de sodium anhydre.

Si le produit renferme à la fois des nitrites et des nitrates, il faut défalquer des quantités de nitrate trouvées par les procédés indiqués le nitrite, en se basant sur ce que la molécule de nitrite donne autant de bioxyde d'azote, mais qu'elle oxyde trois fois moins de fer que celle du nitrate.

(261) *Essai du sel marin.*

L'échantillon est rendu homogène et on en broie finement une partie.

1° *Eau.* — On chauffe graduellement 5 grammes de sel dans un creuset de platine couvert, en maintenant quelques minutes au rouge faible.

2° *Chlore.* — On dissout 5gr,846 de sel dans 500 cc. d'eau, et on titre sur 25 cc.

On pèse 10gr,797 argent pur qu'on dissout dans l'acide nitrique pur. On évapore à sec et on dissout dans l'eau pour faire 1 litre. On peut encore peser 17 grammes de nitrate d'argent pur pour 1 litre d'eau.

10 cc. correspondent à 0gr,03546 de chlore ou à 0gr,05846 de chlorure de sodium.

La liqueur à titrer doit être neutre : on l'additionne d'un peu de chromate de potassium et on ajoute la liqueur titrée d'argent, jusqu'à ce que le liquide prenne une teinte rouge (chromate d'argent).

Du résultat obtenu on retranche 0cc,2, qui représentent l'argent absorbé par le chromate.

Si la liqueur était acide, on ajouterait un peu de carbonate de calcium précipité pur, dont la présence ne gêne en rien le titrage.

En doublant le nombre de centimètres cubes d'argent employés pour 25 cc. de sel, on a la quantité de chlorure de sodium pour 100.

Procédé au sulfocyanure. — Ce procédé, peu connu en France, est le seul qui permette de doser volumétriquement le chlore et l'argent en liqueur acide ; il est basé sur la précipitation de l'argent par les sulfocyanures, et la décomposition du sulfocyanure d'argent par les chlorures : l'excès de sulfocyanure est décelé par un sel ferrique. Le procédé ne s'applique pas au brome et à l'iode, dont les sels d'argent sont partiellement décomposés par le sulfocyanure.

On dissout environ 8 grammes de sulfocyanure d'ammonium dans un litre d'eau ; à 10 cc. de la solution normale-décime d'argent indiquée plus haut, on ajoute 5 cc. d'une solution à 20 pour 100 d'alun de fer pur, on étend à 150 ou 200 cc., on acidule par quelques gouttes d'acide nitrique pour rendre la solution moins colorée, enfin on verse goutte à goutte le sulfocyanure jusqu'à coloration rouge persistante ; on ramène la solution de sulfocyanure à être équivalente volume à volume avec celle d'argent. Dans ces conditions, 1 cc. de sulfocyanure $=$ 0gr,010797 d'argent. Ce procédé est applicable au dosage de l'argent et sert dans certains hôtels monétaires ; il est assez sensible pour permettre l'usage de liqueurs normales-centimes. Il est inapplicable en présence de mercure et de palladium, mais le cuivre ne gêne en rien la réaction.

Pour doser le chlore, à la solution on ajoute 5 cc. d'alun de fer, puis de l'acide nitrique, enfin à l'aide de la burette remplie au 0 quelques gouttes de sulfocyanure ; et au moyen d'une pipette de 5 ou 10 cc. on introduit la liqueur d'argent jusqu'à ce que la couleur rouge disparaisse ; on note le volume employé, et on dose l'excès d'argent par le sulfocyanure de la burette ; en retranchant ce volume de celui de l'argent, on calcule la différence en chlore ou chlorure de sodium.

2° *Matière insoluble.* — On fait digérer 10gr de sel avec 250 cc. d'eau dans un becherglas ; on filtre dans un ballon jaugé de 500 cc. et on complète avec les eaux de lavage. S'il restait du sulfate de calcium non dissous, il faudrait le faire digérer avec un peu d'acide chlor-

hydrique, ou le broyer finement avec de l'eau, qu'on décanterait sur le filtre, en renouvelant cette opération jusqu'à ce que tout soit dissous. Le filtre est ensuite séché et calciné.

4° *Chaux.* — Sur 150 cc. on la dose par l'oxalate d'ammonium et l'ammoniaque; après 12 heures on filtre, on lave, on sèche et l'on calcine pendant 20 minutes sur un fort chalumeau; la chaux qui reste est pesée, et le poids multiplié par 2,4286 donne celui du sulfate de calcium correspondant. Sur 150 cc. on peut doser l'acide sulfurique en poids, et sur 100 cc. la magnésie à l'état de pyrophosphate.

Dans le sel provenant de la fabrication du salpêtre, on dose le nitrate par le procédé Schlœsing.

(262) *Essai de sulfate de sodium.*

1° On pèse 20 grammes de sulfate qu'on dissout dans 250 cc. d'eau, et sur 50 cc. équivalant à 4 grammes de sel on dose l'acidité par la soude normale, dont chaque centimètre cube équivaut alors à 1 pour 100 d'acide sulfurique anhydre.

S'il y a en présence beaucoup de fer et d'alumine, il vaut mieux ne pas ajouter de tournesol, et arrêter le titrage à l'apparition du trouble floconneux.

2° La solution ainsi neutralisée est titrée à l'argent et au chromate et on calcule en chlorure de sodium; chaque centimètre cube d'argent, dans ce cas, équivaut à 0,146 pour 100 de NaCl.

Ces essais suffisent dans l'intérieur de l'usine; pour le sulfate destiné à la vente, il convient d'ajouter les dosages suivants.

3° On détermine l'eau et la matière insoluble (**260**, 2°).

4° On dose la magnésie à l'état de phosphate ammoniacal; le fer sur 125 cc. de la solution indiquée plus haut, en réduisant le peroxyde par le zinc et l'acide sulfurique, dosant le protoxyde au permanganate et calculant en peroxyde : les sulfates destinés à la fabrication du verre doivent en renfermer le moins possible.

5° Enfin 25 cc. de solution sont précipités par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammonium; on sépare par filtration le précipité, qu'on lave et qu'on calcine : du poids de chaux trouvé il faut déduire celui de l'oxyde de fer. Le liquide et les eaux de lavage sont amenés à 100 cc.; on en évapore à sec 50 cc. avec quelques gouttes d'acide sulfurique, on calcine, on humecte de carbonate d'ammonium, on calcine et l'on pèse. Du résidu on retranche le poids de sulfate de magnésium (obtenu en multipliant par 3 celui de la magnésie trouvée) et le chlorure de sodium (1 de chlorure de sodium = 1,2136 de sulfate, ou bien par chaque centimètre cube de nitrate d'argent trouvé dans l'essai on déduit 0g,00177 de sulfate de sodium) et le reste donne le sulfate de sodium contenu dans 1 gramme de matière.

Pour le sulfate provenant de la fabrication de l'acide nitrique, outre les dosages 1 et 3, on détermine l'acide nitrique d'après **260**.

(262) *Essais des soudes brutes.*

A. On prend un échantillon moyen de 50 grammes, pulvérisé, qu'on fait digérer avec 450 cc. d'eau vers 45°; après quelques heures on complète 500 cc. et on laisse reposer 3 heures; on filtre.

1° On en titre 20 cc. (2gr de produit) en présence d'orangé de méthyle à froid, par l'acide chlorhydrique normal; on a la somme du carbonate, de l'oxyde et du sulfure de sodium.

2° Dans un ballon jaugé à 100 cc. on introduit 40 cc. de solution et 20 cc. de solution à 10 pour 100 de chlorure de baryum; on remplit d'eau bouillante, on agite et l'on bouche. Quand le liquide est reposé, on filtre en récoltant 50 cc. qu'on titre par l'acide chlorhydrique normal en présence de phtaléine du phénol : on a la somme du sulfure et de l'oxyde de sodium.

3° Enfin 20 cc. sont dilués à 200 environ et acidulés par l'acide acétique ; on ajoute de l'empois d'amidon et de l'iode décime jusqu'à coloration bleue : 1 cc. d'iode = 0,0039 de sulfure de sodium, ou 0,195 pour 100. 1 cc. d'acide chlorhydrique normal = 0gr,031 d'oxyde, 0gr,053 de carbonate et 0gr,039 de sulfure de sodium.

4° D'autre part, on dose le chlore au sulfocyanure sur 10 cc. et les sulfates par pesée; 1gr de sulfate de baryum = 0,6094 de sulfate de sodium.

B. Dans d'autres usines, on emploie la marche suivante :

Sur 50 cc. de la solution (5 gr.), on prend le degré alcalimétrique (266), puis sur 50 cc. on précipite le carbonate par le chlorure de baryum et on reprend le degré.

A 50 cc. de solution on ajoute avec une burette alcalimétrique une solution de chlorure de soude à 42°, c'est-à-dire renfermant 8,4 volumes de chlore : on s'arrête quand une goutte de liquide ne colore plus en brun une goutte de solution alcaline de plomb déposée sur une soucoupe. On compte en degrés de l'alcalimètre le volume de solution employée : 1° = 0,00266 de sulfure de sodium.

Enfin les 350 cc. restants sont évaporés à sec et calcinés dans une capsule en fer : sur 5 grammes de sel obtenu, on reprend le degré alcalimétrique.

C. 1° Les *lessives brutes* doivent être prélevées et maintenues pendant l'analyse à 40°, avant leur cristallisation. On en prend la densité en degrés Baumé; puis dans une capsule de platine on en évapore 10 cc., on calcine au rouge et on pèse le résidu.

2° Sur 2 cc. mesurés exactement, on dose la somme du carbonate, de l'oxyde et du sulfure en ajoutant de l'eau froide et de l'orangé de méthyle puis titrant à l'acide chlorhydrique normal.

3° On précipite le carbonate par le chlorure de baryum, comme il est dit plus haut, sur 4 cc., et on dose le total de l'oxyde et du sul-

fure : ce dernier est dosé par l'iode sur 2 cc., et on calcule les résultats comme pour la soude brute. Avec le sulfure on dose l'hyposulfite ; l'erreur est négligeable ; on pourrait précipiter le sulfure par un sel de zinc, doser l'hyposulfite seul et le déduire.

4° Le soufre total se détermine en oxydant 5 cc. par un excès de chlorure de chaux et d'acide chlorhydrique : le liquide, qui doit sentir fortement le chlore, est chauffé à l'ébullition, filtré, et précipité par le chlorure de baryum ; on déduit la quantité de sulfate de baryum donnée par le dosage direct de l'acide sulfurique (ce qui donne le sulfate de sodium), et on calcule le reste en soufre : la différence de ce chiffre avec celui qui correspond à l'iode décime donne la moitié du soufre des hyposulfites.

5° Le chlorure de sodium est dosé par liqueur titrée (table 261).

6° On détermine la silice, l'alumine et le fer sur 100 cc. qu'on sursature par l'acide chlorhydrique ; on fait bouillir, on ajoute un excès de sel ammoniac, et d'ammoniaque qu'on chasse par l'ébullition ; on filtre, on lave à l'eau froide (qui bleuit le précipité), on calcine et on pèse le tout ensemble.

7° Enfin, pour le cyanure, on prend de 20 à 100 cc. de lessive, on acidule par l'acide chlorhydrique et on ajoute avec une burette une solution concentrée de chlorure de chaux, en agitant bien, jusqu'à ce qu'une goutte ne donne plus de tache bleue avec une goutte de perchlorure de fer pur (exempt de protosel), sur une soucoupe de porcelaine ; on chasse l'excès de chlore par la chaleur. On ajoute alors une solution normale-décime de sulfate de cuivre cristallisé (12gr,47 par litre) en faisant des essais à la touche avec du sulfate ferreux pur jusqu'à ce que le précipité ne soit plus bleu ou gris, mais nettement rougeâtre, en disparaissant assez vite ; par centimètre cube de sulfate de cuivre employé, on compte 0gr,01013 de ferrocyanure de sodium. Il est utile de titrer la solution de cuivre avec du ferrocyanure de potassium pur, oxydé comme il est dit.

Dans la plupart des usines, on se contente du degré Baumé, de l'alcali (carbonate et oxyde), de l'oxyde et du sulfure. Pour doser ce dernier, on se sert souvent du procédé suivant :

3° *b*. On dissout 27gr.69 d'argent fin dans l'acide nitrique pur ; on évapore à sec, on redissout avec 250 cc. d'ammoniaque et on complète un litre ; à 20 cc. de solution de soude brute, additionnée d'ammoniaque et soumise à l'ébullition, on ajoute la liqueur d'argent jusqu'à ce qu'une tâte filtrée ne donne plus qu'un léger trouble par une goutte de solution d'argent ; 1 cc. de celle-ci correspond à 1 centigramme de Na^2S.

Les sulfates se dosent aussi par un procédé volumétrique assez exact pour les sels alcalins. On dissout 122 grammes de chlorure de baryum cristallisé pour un litre d'eau, et d'autre part 73gr,8 de bichromate de potassium pur pour un litre. Un volume de lessive est traité à l'ébullition par un léger excès d'acide chlorhydrique ; on sursature par l'ammoniaque exempte de carbonates, et on ajoute en faisant bouillir légèrement un volume mesuré et en excès de chlo-

rure de baryum; puis, après un moment, et sans interrompre l'ébullition, on verse le bichromate jusqu'à ce que le liquide clair soit jaune; on retranche du nombre de centimètres cubes de chlorure celui du bichromate, et le reste multiplié par 0,04 donne le poids de l'acide sulfurique.

D. Les *lessives carbonatées* sont analysées comme les précédentes, sauf, bien entendu, l'alcali caustique. On détermine en outre le bicarbonate en versant dans un ballon de 100 cc., 20 cc. de lessive, 10 cc. d'ammoniaque demi-normale, exempte de carbonate, à 8gr,5 de AzH^3 nette par litre, et un excès de chlorure de baryum, complétant le volume avec de l'eau froide. Après repos on filtre 50 cc. juste, qu'on titre par l'acide chlorhydrique normal en présence d'orangé 3 : soit *v* le volume d'acide employé; 11 (10 — *v*) donne en milligrammes la quantité d'acide carbonique à l'état de bicarbonate dans le volume de lessive; d'autre part, le volume d'acide chlorhydrique normal employé à froid, pour 20 cc. de même lessive, et multiplié par 22, donne les milligrammes d'acide carbonique à l'état de carbonate neutre; la somme donne l'acide total.

E. *Marcs de soude.* — Il est nécessaire de prélever avec soin l'échantillon moyen et de le préserver du contact de l'air; on en pèse à l'état humide 50 grammes qu'on fait digérer une demi-heure avec 450 cc. à 40°; on complète 500 cc. et on agite. On prélève 50 cc. qu'on évapore à sec dans une capsule de porcelaine avec du carbonate d'ammonium; on calcine légèrement, on reprend par l'eau, on filtre et on titre par l'acide normal.

On peut doser le soufre en oxydant 2 grammes par le chlorure de chaux et l'acide chlorhydrique, comme nous l'avons expliqué pour les lessives brutes; on déduira l'acide sulfurique préexistant, déterminé sur 2 grammes qu'on fait bouillir avec l'acide chlorhydrique faible. On filtre, on lave à l'acide chlorhydrique faible, on sature à peu près par du carbonate de sodium et on précipite par le chlorure de baryum.

F. *Eaux mères des cristaux.* — On opère comme pour les lessives brutes.

(264) *Essai des potasses*, d'après Gay-Lussac.

Acide sulfurique à 66°................	100 grammes.
Eau distillée pour amener le volume à..	1 litre.

On pèse 48gr,07 de potasse à essayer; on dissout dans la quantité d'eau nécessaire pour faire 500 cc.

On opère sur 50 cc. de ladite solution additionnée de tournesol, et on y verse la liqueur acide au moyen d'une burette divisée en demi-centimètres cubes.

1/2 centimètre cube = 1 pour 100 de potasse K^2O dans l'échantillon : c'est le degré pondéral.

(265) *Essai d'après* Descroisilles.

La liqueur d'épreuve est la même que dans l'essai précédent.

On pèse 5 grammes de potasse que l'on dissout dans l'eau et que l'on sature en présence du tournesol, par la liqueur acide versée au moyen d'un *alcalimètre* portant 100 divisions dont chacune équivaut à 0gr,500 de liqueur d'épreuve. Le nombre de divisions indique le degré alcalimétrique.

Pour la conversion des titres, voir table 268.

(266) *Essai des soudes.*

Pour l'essai, on pèse 31gr,63 de carbonate de sodium et on fait 500 cc. de solution. On opère exactement comme pour l'essai de potasse. On obtient ainsi la quantité de Na^2O pour 100.

L'essai alcalimétrique des soudes se pratique sur 5 grammes, comme celui des potasses.

Avec le système des liqueurs normales, on dissout 53 grammes de matière dans 1 litre d'eau, et du liquide clarifié par le repos on prend 50 cc. qu'on titre avec l'acide normal dont 1/2 cc. = 1 pour 100 de Na^2CO^3.

Pour l'analyse complète, on dose en outre le résidu insoluble, la soude caustique, le chlorure, le sulfure, le sulfite et le sulfate de sodium, d'après la table 263 et le fer d'après 226 en le réduisant par le zinc.

(267) *Analyse des potasses.*

On dessèche 10 grammes de produit sur un bec de gaz jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'eau, et on détermine la perte du poids, qui est l'humidité. On dissout le résidu dans l'eau chaude, on filtre sur un filtre taré, on complète avec les eaux de lavage 500 cc.; et le filtre est desséché, incinéré et le résidu insoluble pesé. Sur 50 cc. de liqueur on détermine l'alcalinité en carbonate de potassium, par l'acide normal. Dans 50 cc. on dose le chlore, en calculant en chlorure de potassium; sur 100 cc. l'acide sulfurique (le poids de sulfate de baryum × 0,7474 donne le poids du sulfate de potassium correspondant), ou par liqueur titrée (263); enfin on dose la potasse, soit par le chlorure de platine, soit d'après 355. La différence entre la potasse totale et la somme du sulfate et du chlorure de potassium est calculée en carbonate de potassium, et le reste de l'alcalinité est alors calculé en carbonate de sodium.

Pour le dosage de la potasse dans les chlorures et sulfates, voyez 355.

(268) *Potasse. — Conversion des titres alcalimétrique et pondéral.*

Titre pondéral en alcalimétrique.					
Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.
1	1,04	9	9,36	45	46,81
2	2,08	10	10,40	50	52,01
3	3,12	15	15,60	55	57,21
4	4,16	20	20,80	60	62,41
5	5,21	25	26	65	67,61
6	6,24	30	31,20	70	72,81
7	7,28	35	36,41	75	78,01
8	8,32	40	41,61	80	83,21
Alcalimétrique en pondéral.					
Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.
1	0,96	9	8,65	45	43,26
2	1,92	10	9,61	50	48,07
3	2,88	15	14,42	55	52,88
4	3,85	20	19,23	60	57,68
5	4,81	25	24,03	65	62,49
6	5,77	30	28,84	70	67,30
7	6,73	35	33,65	75	72,10
8	7,69	40	38,46	80	76,94

(269) ***Dosage des alcalis, d'après* FRESENIUS et WILL.**

Dans un appareil à doser l'acide carbonique par différence de poids, soit celui de Fresenius et Will, de Wurtz, de Geissler, ou tout autre, destiné au même but, on introduit un poids de carbonate égal à $6^{gr},285$ de carbonate de potassium, $4^{gr},822$, pour celui de sodium et $4^{gr},545$ pour celui de calcium; on ajoute un excès d'acide dans le tube à robinet de l'appareil de Geissler, ou de l'acide sulfurique concentré dans le second ballon des autres appareils et on pèse le tout, puis on fait arriver l'acide sur le carbonate.

Quand le dégagement a cessé, on chauffe l'appareil vers 60° au bain-marie, en faisant arriver dans le ballon à décomposition de l'air sec qui entraîne l'acide carbonique et sort séché par le tube à acide sulfurique. On pèse l'appareil refroidi et la moitié du nombre de centigrammes perdus par l'appareil donne la quantité pour 100 de carbonate.

...

(270) *Table donnant la richesse de la soude en carbonate de sodium sec à n °/₀ ou à n degrés.*

La première colonne indique la richesse centésimale en soude Na^2O, calculée d'après l'équivalent exact ou le demi-poids moléculaire de l'oxyde de sodium, 31. Elle correspond à ce qu'en France on nomme degrés de Gay-Lussac ; c'est le degré pondéral.

La seconde colonne donne les quantités de carbonate de sodium (CO^3Na^2) qui correspondent aux quantités d'oxyde (Na^2O) de la première colonne. En Allemagne, en Russie, etc., la soude calcinée est vendue suivant sa richesse centésimale en carbonate de sodium.

La troisième colonne contient la richesse centésimale en oxyde Na^2O, d'après l'épreuve anglaise, qui est basée sur l'ancien équivalent encore usité dans le commerce de la soude ou sur le demi-poids moléculaire, 32.

La quatrième colonne donne les degrés correspondants de l'alcalimètre de Descroizilles. Ces degrés indiquent combien de parties en poids d'acide sulfurique monohydraté SO^4H^2 sont neutralisées par 100 parties de la substance essayée.

Les degrés Descroizilles s'appliquent évidemment tout aussi bien à la soude caustique qu'à la soude carbonatée. C'est ainsi que 3gr,875 de Na^2O, 5 grammes de NaHO et 6gr,625 de CO^3Na^2 présentent le même titre alcalimétrique exigeant la même quantité de SO^4H^2, soit 6gr,125 pour la saturation.

Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Décroizilles.	Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Décroizilles.
30,0	51,29	30,39	47,42	37,5	64,11	37,99	59,27
30,5	52,14	30,90	48,21	38,0	69,97	38,50	60,06
31,0	53,00	31,41	49,00	38,5	65,82	39,00	60,85
31,5	53,85	31,91	49,79	39,0	66,68	39,51	61,64
32,0	54,71	32,42	50,58	39,5	67,53	40,02	62,43
32,5	55,56	32,92	51,37	40,0	68,39	40,52	63,22
33,0	56,42	33,43	52,16	40,5	69,24	41,03	64,01
33,5	57,27	33,94	52,95	41,0	70,10	41,54	64,81
34,0	58,13	34,44	54,74	41,5	70,95	42,04	65,60
34,5	58,98	34,95	54,53	42,0	71,81	42,55	66,39
35,0	59,84	35,46	55,32	42,5	72,66	43,06	67,18
35,5	60,69	35,96	56,11	43,0	73,52	43,57	67,97
36,0	61,55	36,47	56,90	43,5	74,37	44,07	68,76
36,5	62,40	36,98	57,69	44,0	75,23	44,58	69,55
37,0	63,26	37,48	58,48	44,5	76,08	45,08	70,34

Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Descroizilles.	Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Descroizilles.
45,0	76,95	45,59	71,13	61,5	105,15	62,31	97,21
45,5	77,80	46,10	71,92	62,0	106,01	62,82	98,00
46,0	78,66	46,60	72,71	62,5	106,86	63,32	98,79
46,5	79,51	47,11	73,50	63,0	107,72	63,83	99,58
47,0	80,37	47,62	74,29	63,5	108,57	64,33	100,37
47,5	81,22	48,12	75,08	64,0	109,43	64,84	101,16
48,0	82,07	48,63	75,87	64,5	110,28	65,35	101,95
48,5	82,93	49,14	76,66	65,0	111,14	65,85	102,74
49,0	83,78	49,64	77,45	65,5	111,99	66,36	103,53
49,5	84,64	50,15	78,24	66,0	112,85	66,87	104,32
50,0	85,48	50,66	79,03	66,5	113,70	67,37	105,11
50,5	86,34	51,16	79,82	67,0	114,56	67,88	105,90
51,0	87,19	51,67	80,61	67,5	115,41	68,39	106,69
51,5	88,05	52,18	81,40	68,0	116,27	68,89	107,48
52,0	88,90	52,68	82,19	68,5	117,12	69,40	108,27
52,5	89,76	53,19	82,98	69,0	117,98	69,91	109,06
53,0	90,61	53,70	83,77	69,5	118,83	70,41	109,85
53,5	91,47	54,20	84,56	70,0	119,69	70,92	110,64
54,0	92,32	54,71	85,35	70,5	120,53	71,43	111,43
54,5	93,18	55,22	86,14	71,0	121,39	71,93	112,23
55,0	94,03	55,72	86,93	71,5	122,24	72,44	113,02
55,5	94,89	56,23	87,72	72,0	123,10	72,95	113,81
56,0	95,74	56,74	88,52	72,5	123,95	73,45	114,60
56,5	96,60	57,24	89,31	73,0	124,81	73,96	115,39
57,0	97,45	57,75	90,10	73,5	125,66	74,47	116,18
57,5	98,31	58,26	90,89	74,0	126,52	74,97	116,97
58,0	99,16	58,76	91,68	74,5	127,37	75,48	117,76
58,5	100,02	59,27	92,47	75,0	128,23	75,99	118,55
59,0	100,87	59,77	93,26	75,5	129,08	76,49	119,34
59,5	101,73	60,28	94,05	76,0	129,94	77,00	120,13
60,0	102,58	60,79	94,84	76,5	130,79	77,51	120,92
60,5	103,44	61,30	95,63	77,0	131,65	78,01	121,71
61,0	104,30	61,80	96,42	77,5	132,50	78,52	122,50

(271) *Procédé de* Graeger *pour la détermination de la soude dans les potasses.*

On dissout une prise d'essai de 6gr,911 dans 100 centimètres cubes d'eau, on recueille et pèse les matières insolubles, on dose volumétrique-

ment dans une portion de la liqueur l'acide sulfurique et chlorhydrique combinés, on les transforme par le calcul en sels de potassium, et on conclut par différence le poids des carbonates alcalins purs.

On procède ensuite au titrage du carbonate à l'aide d'une solution normale d'acide nitrique (63gr AzO^3H par litre, correspondant à 69gr CO^3K^2). Le rapport des carbonates est donné par la table ci-dessous.

CO^3K^2.	CO^3Na^2.		Acide normal.	CO^3K^2.	CO^3Na^2.		Acide normal.
—	—		—	—	—		—
1gr,00 +	0,00	exige	14cc,47	0gr,45 +	0,55	exige	16cc,89
0 ,95 +	0,05		14 ,69	0 ,40 +	0,60		17 ,11
0 ,90 +	0,10		14 ,92	0 ,35 +	0,65		17 ,33
0 ,85 +	0,15		14 ,14	0 ,30 +	0,70		17 ,55
0 ,80 +	0,20		15 ,35	0 ,25 +	0,75		17 ,76
0 ,75 +	0.25		15 ,57	0 ,20 +	0,80		17 ,97
0 ,70 +	0,30		15 ,79	0 ,15 +	0,85		18 ,19
0 ,65 +	0,35		16 ,01	0 ,10 +	0,90		18 ,40
0 ,60 +	0,40		16 ,23	0 ,05 +	0,95		18 ,62
0 ,55 +	0,45		16 ,45	0 ,00 +	1,00		18 ,84
0 ,50 +	0,50		16 ,67				

Section IV. — Manganèses, Chlorométrie et Blanchiment.

(272) *Essai du chlorure de chaux par la méthode* GAY-LUSSAC.

On pèse 10 grammes du chlorure de chaux à essayer, et on les dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

On pèse 13gr,960 acide arsénieux vitreux et on les dissout dans HCl, puis on ajoute de l'eau pour faire 1 litre.

Ou bien on opère de la même façon avec 4gr,439 seulement d'acide arsénieux (chiffres de Gay-Lussac), ou 4gr,425, chiffres rectifiés.

On verse dans un verre 10 cc. de la liqueur arsénieuse avec une goutte d'indigo, et l'on ajoute la liqueur chlorée avec une burette jusqu'à décoloration. La quantité employée contenait 1 décigramme de chlore si l'on a pris la liqueur à 13gr,96 d'acide arsénieux et 10 cc. de gaz chlore si l'on a choisi l'autre.

On divisera donc 1000 (degrés français) par le nombre de centimètres cubes de liqueur à 4gr,439, ou 100 (degrés anglais) par volume employé en centimètres cubes de l'autre liqueur; le quotient sera le degré. La burette chlorométrique donne directement le degré français. Le chlorure de chaux sec marque 90 a 130°.

(273) *Méthode de* Penot.

On pèse 10 grammes du chlorure de chaux à essayer, et on les dissout dans l'eau de façon à faire 1 litre.

On pèse 4gr,425 d'acide arsénieux vitreux, qu'on dissout, au moyen du bicarbonate de sodium, dans l'eau, de façon à faire 1 litre.

On verse dans un verre 10 cc. de liqueur chlorée, puis, avec une burette, la liqueur arsénieuse jusqu'à ce qu'une goutte du liquide ne colore plus le papier ioduré ci-dessous. On peut dépasser à dessein ce terme et revenir avec une liqueur titrée d'iode, après avoir ajouté de l'amidon.

1 cc. de liqueur arsénieuse correspond à 0gr,00317763 de chlore, ou 10 cc. de gaz chlore, ou à 10° français.

Dans le système des liqueurs normales, on pèse 7gr,1 de chlorure de chaux bien mélangé, on broie avec de l'eau, on introduit la bouillie dans un matras de 1 litre, on remplit jusqu'au trait, et à 50 cc. on ajoute la solution arsenicale normale décime en essayant au papier ioduré. Le nombre de centimètres cubes employés donne le degré anglais.

La liqueur titrée se prépare en faisant bouillir 4gr,95 d'acide arsénieux pur avec 10 grammes de bicarbonate de sodium et 300 cc. d'eau environ; après refroidissement on ajoute à la solution 10 grammes de bicarbonate et on complète 1 litre. Cette solution correspond volume à volume avec celle d'iode décime (table 255).

On peut aussi ajouter un volume mesuré d'arsénite, dont on titre l'excès par l'iode décime en présence d'amidon.

(274) *Préparation du papier à l'iodure de potassium, d'après* Fresenius.

On pèse 3 grammes d'amidon, on les délaye dans 250 cc. d'eau froide et l'on porte à l'ébullition en remuant: on ajoute ensuite 1 gramme d'iodure de potassium et 1 gramme de carbonate de sodium, puis la quantité d'eau nécessaire pour compléter 1 litre. Dans la solution on trempe du papier (non collé), on le laisse sécher et on le conserve dans un flacon fermé.

Le papier fraîchement imprégné de cette solution est plus sensible qu'après dessiccation.

(275) *Méthode de* Bunsen.

On verse 25 cc. de la solution précédente de chlorure de chaux dans un vase à fond plat, on ajoute 2 grammes d'iodure de potassium en solution, on acidifie avec l'acide chlorhydrique et on dose l'iode mis en liberté, par l'hyposulfite de sodium titré (liqueur normale). (Voy. table 255).

(276) *Conversion des degrés chlorométriques anglais et français.*

Le degré français indique combien 1 kilogramme de chlorure de chaux donne de litres de chlore à 0° et à 760mm de pression.

Le degré anglais indique la quantité en poids de chlore actif dans 100 parties de chlorure de chaux. — C'est le degré employé en Allemagne, en Russie et en Amérique.

Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.
63	20,02	80	25,42	97	30,82	114	36,22
64	20,34	81	25,74	98	31,14	115	36,54
65	20,65	82	26,06	99	31,46	116	36,86
66	20,97	83	26,37	100	31,78	117	37,18
67	21,29	84	26,69	101	32,09	118	37,50
68	21,61	85	27,01	102	32,41	119	37,81
69	21,93	86	27,33	103	32,73	120	38,13
70	22,24	87	27,65	104	33,05	121	38,45
71	22,56	88	27,96	105	33,36	122	38,77
72	22,88	89	28,28	106	33,68	123	39,08
73	23,20	90	28,60	107	34,00	124	39,40
74	23,51	91	28,92	108	34,32	125	39,72
75	23,83	92	29,23	109	34,64	126	40,04
76	24,15	93	29,55	110	34,95	127	40,36
77	24,47	94	29,87	111	35,27	128	40,67
78	24,79	95	30,19	112	35,59		
79	25,10	96	30,51	113	35,91		

(277) *Essai de manganèse.*

On reçoit dans une solution étendue de potasse le chlore dégagé par l'action d'un certain poids de bioxyde de manganèse sur l'acide chlorhydrique, et l'on dose le chlore comme ci-dessus.

1gr,2267 MnO^2 donnent 1 gramme de chlore.

(278) *Méthode* Fresenius *et* Will.

On prend 2gr,966 de peroxyde de manganèse à essayer et on l'introduit dans l'appareil Fresenius. On ajoute 7gr,500 d'oxalate neutre de potassium, on remplit l'appareil au tiers d'eau, et l'on pèse; puis l'on fait arriver l'acide sulfurique sur le manganèse.

Il se dégage de l'acide carbonique qu'on expulse en observant les précautions décrites à la table **269**. La perte de poids éprouvée par l'appareil représente le poids de l'acide carbonique dégagé. Ce poids comprend l'acide carbonique des carbonates et celui formé par oxydation de l'acide oxalique; la première quantité étant dosée à part ou dans la même opération avant l'addition de l'oxalate, on trouve par différence le poids de l'acide carbonique correspondant au peroxyde de manganèse. Le tiers de ce poids exprimé en centigrammes donne la quantité pour 100 de peroxyde de manganèse pur.

(279) *Essai des manganèses.*

1° L'eau se dose par dessiccation à 100° (120° d'après Fresenius).

2° On dose l'acide carbonique soit d'après la table 269, soit en jettant un poids déterminé, 3 à 10 grammes, de manganèse dans un ballon muni d'un tube de sûreté et relié à un système de tubes absorbants composé de : 1° un tube à chlorure de calcium (non alcalin); 2° un tube à pierre ponce imprégnée de sulfate de cuivre et desséchée; 3° un tube à chlorure de calcium ; 4° un tube à chaux sodée; 5° un tube dont la première branche est garnie de chaux sodée et l'autre de chlorure de calcium; enfin 6° un tube pareil, mais dont le chlorure de calcium est disposé dans la première branche. On pèse les tubes 4 et 5 avant et après l'opération. On dispose en avant de l'appareil un tube pareil au n° 6, et par le tube de sûreté on fait arriver au moyen d'un entonnoir 10 à 15 cc. d'acide sulfurique faible, à 10 pour 100; on réunit alors le tube de sûreté au tube en U par un caoutchouc, et, à l'aide d'un aspirateur, on fait passer un lent courant d'air à travers l'appareil, en chauffant modérément le contenu du ballon. On surveille l'échauffement du tube 4 qui indique la vitesse de l'absorption. Il ne reste plus, après refroidissement complet, qu'à peser les tubes 4 et 5, dont l'augmentation de poids correspond à l'acide carbonique.

3° *Dosage du bioxyde.* — On pèse 1gr,0875 de peroxyde finement pulvérisé, on l'introduit dans un ballon dont le bouchon porte une soupape en caoutchouc. On ajoute exactement 75 cc. d'une solution renfermant par litre 100 grammes juste de sulfate ferreux et 100 grammes d'acide sulfurique, titré le jour même par rapport au permanganate demi-normal (15gr par litre). On bouche le ballon, que l'on chauffe jusqu'à ce que le dépôt ne soit plus brun. Après refroidissement, on ajoute 200 cc. d'eau et on dose le fer restant : la différence des volumes employés de permanganate demi-normal est calculée en peroxyde de manganèse, en comptant pour 1 cc., 0,02175 de peroxyde, soit 2 pour 100. Si on n'a que peu d'essais à faire, il vaut mieux dissoudre deux portions égales de 0gr,5 de fer pur (longueurs égales de fil de clavecin) dans l'acide sulfurique étendu et chaud, ajouter à l'une des solutions 0gr,5 de peroxyde de manganèse, et titrer les deux au permanganate; la différence des volumes employés est calculée en fer métallique, par un calcul de proportion; et pour 1 de fer on compte 0,7768 de peroxyde de manganèse.

AUTRE MÉTHODE. — On pèse 0gr,500 de peroxyde de manganèse, qu'on verse dans 25 cc. d'acide oxalique titré (table 254); on ajoute de l'eau, puis on acidifie fortement par l'acide sulfurique; on chauffe pour chasser l'acide carbonique, enfin on titre l'excès d'acide oxalique par le permanganate de potassium.

1 cc. d'acide oxalique normal détruit correspond à 43mgr,5 de peroxyde de manganèse.

4° *Acide chlorhydrique consommé.* — Dans un ballon on introduit 1 gramme de peroxyde de manganèse et 10 cc. d'acide chlorhy-

drique ordinaire, servant à la fabrication du chlore, et dont on a établi le titre au préalable avec une lessive alcaline double-normale (ou plus forte). On ferme avec un bouchon de caoutchouc muni d'un tube de 8 millimètres au moins de diamètre intérieur et de 1m,50 de long; on fait bouillir et, après refroidissement, on titre le contenu du ballon avec la même lessive alcaline, en s'arrêtant quand il se forme des flocons de peroxyde de fer (inutile d'ajouter un indicateur). De la différence des titres on calcule la quantité d' acide chlorhydrique consommé.

(280) *Procédé Weldon.*

On rend la boue bien homogène par agitation, et l'on puise les volumes voulus avec des pipettes à un seul trait qu'on lave extérieurement avant d'affleurer au trait; on laisse couler et on lave l'intérieur de la pipette pour ne rien perdre.

1° *Dosage du bioxyde.* — Dans 25 cc. de fer (table 279, 3°) titré au permanganate demi-normal, on laisse couler 10 cc. de la boue, mesurés avec les précautions indiquées; on lave l'intérieur de la pipette; l'on ajoute encore 100 cc. d'eau et on titre au permanganate demi-normal; la différence des volumes de permanganate, multipliée par 2,175, donne la teneur de peroxyde en grammes par litre. En Angleterre, on ramène en livres (453gr,5) par pied cube (28 litres, 315): pour cela on multiplie par 0,0624 le nombre de grammes par litre.

2° *Manganèse total.* — On mesure 10 cc. de boue, qu'on fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique concentré; quand le chlore est chassé, on sature exactement par la soude ou le marbre pilé, on fait bouillir, on ajoute par petites portions du chlorure de chaux jusqu'à ce que la liqueur se colore en rose par une trace de permanganate, qu'on détruit à l'aide de quelques gouttes d'alcool; on filtre le peroxyde formé, on le lave jusqu'à ce que l'eau de lavage ne bleuisse plus le papier à l'iodure amidonné. Le filtre et son contenu sont alors transportés dans 25 cc. de sulfate de fer (50 si le précipité brun n'est pas complètement dissous), et on titre au permanganate demi-normal; on calcule en grammes de peroxyde de manganèse par litre (voyez 1°).

3° *Bases totales.* — On dilue 25 ou 50 cc. d'acide oxalique normal à 100 cc., on chauffe à 50°-60°, on ajoute 10 cc. de boue en agitant jusqu'à ce que le précipité soit blanc pur : on dilue à 202 cc. (dont 2 cc. pour le volume du précipité), on filtre et on titre 100 cc. de liquide clair avec la potasse normale.

Soit x et y le nombre de cc. de permanganate consommé en 1, y après l'action du peroxyde; le peroxyde correspondant consomme un volume d'acide oxalique égal à la moitié de $x-y$ pour se réduire, et à la moitié de $x-y$ pour former un sel de protoxyde (le permanganate étant demi-normal et l'acide oxalique étant normal), soit $x-y$. D'autre part, les bases ont consommé une partie de l'acide oxalique; il en reste z, équivalent à la soude dépensée; mais comme on n'a opéré que sur la moitié du liquide, il convient de doubler ce volume et de prendre z. La quantité d'acide oxalique absorbée par les bases m est donc

25 (ou 50) $+ y - (x + 23)$, et on appelle base dans le procédé Weldon le rapport $\frac{2m}{x-y}$.

4° *Chlorures acides.* — On dose l'acide restant dans les solutions épuisées de chlore au moyen d'une solution de soude demi-alcalimétrique (dont 1 litre équivaut à 50 grammes d'acide sulfurique), et qu'on verse au moyen d'une burette alcalimétrique dans 10 cc. de chlorure.

5° *Chlorures neutralisés.* — On en traite 25 cc., pour y doser le manganèse, comme en 2°.

Section V. — Verrerie, Céramique, Porcelaine, Poteries, Faïences.

Verres.

(281) *Verres blancs et denses.*

Cristal ; densité = 3,25.		Flint-glass ; densité = 3,60.	
Sable pur	300	Sable pur	300
Carbonate de potassium pur	400	Carbonate de potassium pur	150
Minium	200	Minium	300
Acide arsénieux	petites quantités	Nitre	petites quantités
Bioxyde de manganèse	petites quantités	Acide arsénieux	petites quantités
		Bioxyde de manganèse	petites quantités

(282) *Verre soluble fondu dans un creuset de terre.*

15 parties de sable, 10 parties de carbonate de potassium, 1 partie de charbon.

(283) *Verre à bouteilles* ; densité = 2,75.

Sable jaune	100	Argile jaune	100
Soude naturelle	40	Rognures de verre	100
Cendres alcalines	200		

(284) *Verres blancs à base de soude.*

Verre à glaces ; densité = 2,49.		Verre à vitres ; densité = 2,64.	
Sable blanc	300	Sable	100
Carbonate de sodium	100	Sulfate de sodium	53 (avec le charbon)
Chaux éteinte	40	Charbon	53 (avec le sulfate)
Rognures de verre	300	Chaux éteinte	6
		Rognures de verre	*ad libitum.*

(285) *Verres blancs légers à base de potasse.*

Verre de Bohême ; densité = 2,39.		Crown-glass ; densité = 2,48.	
Quartz	100	Quartz	100
Potasse (commerce) purif.	50 à 60	Potasse	60 à 65
Chaux calcinée	15 à 20	Chaux	20 à 25
Acide arsénieux	en petites quantités	Acide arsénieux	en petites quantités
Nitre	en petites quantités	Nitre	en petites quantités

(286) *Coloration des verres.*

Les oxydes métalliques colorent différemment les verres, suivant que ceux-ci sont à base de potasse, de soude ou de plomb.

Oxyde colorant.	Potasse.	Soude.	Plomb.
Argent	Jaune ou orange.	Jaune ou orange.	
Chrome (sesqui)	Vert-jaunâtre franc.	Vert d'herbe.	Vert-rougeâtre.
Cobalt (proto)	Bleu-verdâtre.	Bleu-violacé.	Bleu pur.
Cuivre (proto)	Rouge-pourpre.	Rouge-pourpre jaune.	Rouge-sang.
— (bi)	Bleu céleste.	Bleu-ciel verdâtre.	Vert.
Fer (proto)	Bleu-verdâtre.	Vert-bleuâtre.	Vert jaunâtre.
— (sesqui)	Vert-bouteille jaunâtre.	Vert-bouteille.	Vert-jaune sombre.
Manganèse (bi)	Améthyste brillant.	Violet-rougeâtre sombre.	Violet-rougeâtre.
Nickel (proto)	Améthyste sombre.	Violet-jaunâtre.	Violet-bleu.
Or (Cassius)	Rouge ou rose.	Bleu, brun par réflexion.	Rouge ou rose.
Urane	Jaune-serin, très dichr.	Vert-jaunâtre, peu dichr.	Topaze.
Charbon et soufre	Jaune d'or.	Jaune pâle.	Noir.
Antimoniate de plomb.	Blanc, transparent à chaud.	Blanc opaque.	Orange opaque.

Un mélange de protoxyde de fer et de bioxyde de manganèse donne, suivant les proportions, un vert-jaune vif, un jaune clair ou un brun-orange foncé. On obtient des verts en unissant les peroxydes de fer et de manganèse au protoxyde de cobalt.

Les aventurines sont des verres qui renferment dans la masse des oxydes ou des sels cristallisés.

(287) *Analyse des verres.*

On essaye d'abord si le verre renferme du plomb, en en chauffant un morceau gros comme une lentille dans la flamme réductrice d'un chalumeau, jusqu'à fusion. Le verre plombifère devient noir.

Dans un verre formé de plusieurs couches superposées on peut déterminer celles qui renferment du plomb en en chauffant au rouge (sans fondre) un fragment dans un tube en verre de Bohême traversé par un courant de gaz d'éclairage ou d'hydrogène ; la couche plombifère, si mince soit-elle, devient noire.

Les émaux à l'étain prennent à la surface un reflet noirâtre qui disparaît en chauffant dans la flamme directe du chalumeau. Dans les mêmes conditions, les verres teintés au bioxyde de cuivre deviennent rouges. Les verres rouges à l'or ou au cuivre deviennent incolores s'ils sont refroidis brusquement, et ne reprennent leur couleur que par le recuit. Les verres rouges au cuivre, étirés, se décolorent.

Enfin on doit se souvenir que, dans le même creuset, les différentes couches de verre n'ont pas la même composition.

Le verre est pulvérisé très finement, puis porphyrisé au mortier d'agate.

Dans un creuset en platine (en fer pour le verre plombeux) on attaque 1^{gr} environ de verre par 5 à 6 parties de carbonate potassico-sodique, en chauffant progressivement et terminant sur le chalumeau à gaz ; on continue comme il est dit table 297 pour le dosage de la silice totale qu'on pèse. Pour des verres plombeux, on remplace l'acide chlorhydrique par l'acide nitrique.

Dans la liqueur filtrée on dose le plomb par l'hydrogène sulfuré, puis la baryte et la chaux à l'état de sulfates.

L'alumine, le fer et le manganèse se dosent généralement ensemble, en concentrant le liquide précédent et précipitant par l'ammoniaque. On peut doser séparément l'alumine et le fer en neutralisant la solution par l'ammoniaque en léger excès, redissolvant le trouble dans une goutte d'acide chlorhydrique et faisant bouillir avec un excès d'acétate d'ammonium. On filtre bouillant. Le précipité est redissous dans l'acide chlorhydrique et précipité de la même manière; on réunit les deux liquides et on y précipite le manganèse par un courant de chlore à 60°; on le pèse ou on le dose volumétriquement (table 279). L'alumine et le fer sont calcinés, fondus à la potasse, puis redissous dans un acide : on réduit le fer par le zinc et on le dose au permanganate.

La magnésie se dose enfin par le phosphate de sodium.

Enfin on attaque 1^{gr} de verre par les acides fluorhydrique et sulfurique, on calcine au rouge faible, on redissout dans l'acide chlorhydrique dilué, qui ne doit pas laisser de résidu. La solution est précipitée par le chlorure de baryum, puis sursaturée par l'ammoniaque et précipitée par le carbonate d'ammonium; après repos, on filtre et on lave. La liqueur est évaporée et le résidu calciné; s'il y a de la ma-

gnésie, on s'en débarrasse par un lait de chaux, suivi d'une précipitation par l'oxalate d'ammonium. Après calcination, le résidu ne renferme plus que les chlorures de potassium et de sodium; on dose le potassium par le chlorure de platine ou d'après la table **356** ou bien on détermine volumétriquement le chlore et on calcule les alcalis d'après la table **191**.

(288) Poteries, Porcelaines, Grès, Faïences, Émaux.

Généralités. — Classification. — Les poteries sont composées d'un élément plastique et d'un élément dégraissant ou antiplastique; elles sont poreuses ou demi-vitrifiées, suivant la proportion de leurs éléments et la température de la cuisson.

Les vernis, émaux ou couvertes sont destinés à rendre imperméables les premières et à donner du poli à la surface des secondes.

Les poteries proprement dites se divisent en deux catégories :

Les *poteries infusibles*, ne se ramollissant pas lorsqu'elles sont exposées à de hautes températures : *Porcelaines, Faïences fines, Grès*, dites *kaoliniques* et *plastiques*.

Les *poteries fusibles* se frittant assez facilement : *Terres cuites, Faïences ordinaires*, dites *figulines* et *marneuses*.

(289) *Tableau donnant la composition élémentaire de la porcelaine actuelle de Sèvres.*

Matières employées.		Fournissant			
Poids.	Désignation.	Silice.	Alumine.	Chaux et magnésie.	Potasse et soude.
63,70	Argile de kaolin argileux.	35,52	26.20	0,70	1,28
15.33	Sable de kaolin caillouteux.	12,30	2,13	0,15	0,75
17,88	Sable de kaolin argileux.	10,02	6,17	0,72	0.97
0,16	Sable d'Aumont.	0,16	»	»	»
2,93	Chaux (=5,22 craie)	»	»	2,93	»
100,00		58,00	34,50	4,50	3,00

Le *kaolin argileux* est constitué par la partie la plus fine et la plus pure d'un kaolin déjà très pur naturellement.

(290) COMPOSITION DE L'ANCIENNE PORCELAINE TENDRE FRANÇAISE.

Craie	17	
Marne calcaire d'Argenteuil	8	
Sable de Fontainebleau	60	Fritte composée
Nitre fondu	22	
Sel gris	7,2	
Alun	3,6	
Soude d'Alicante	3,6	
Gypse	3,6	
	100.	

Couverte.

Sable calciné de Fontainebleau	27
Silex calciné	11
Litharge	38
Carbonate de potasse	15
Carbonate de soude	9
	100.

COMPOSITION DE LA PORCELAINE TENDRE ANGLAISE.

Kaolin argileux lavé	11
Argile plastique	19
Quartz	21
Os calciné (phosphate de chaux)	49
	100.

Couverte.

Feldspath	42,8
Minium	10
Quartz	8
Borax non calciné	18,7
Verre à cristal	20.5
	100,0

(291) *Grès cérames.*

Les *grès cérames* se distinguent de la porcelaine en ce qu'ils ne sont pas translucides, qu'ils ne résistent pas aux changements brusques de température; cependant, comme elle, ils sont demi-vitrifiés, durs et presque imperméables.

Le *grès cérame fin* est formé d'argile fine bien lavée, de kaolin et de feldspath. La glaçure est de nature vitro-plombeuse, elle est demi-vitrifiee, et sa pâte est fine et homogène.

COMPOSITION FONDAMENTALE DU GRÈS CÉRAME FIN.

Argile plastique (de Dreux)	25
Kaolin argileux (de St-Yrieix)	25
Feldspath id.	50
	100

GLAÇURE VITRO-PLOMBEUSE POUR LE GRÈS CERAME FIN.

Feldspath	35
Sable quartzeux	25
Minium	20
Potasse	5
Borax anhydre	15
	100

Le *grès cérame commun* est composé d'argile plastique non lavée et de sable quartzeux; il n'est pas translucide, mais il est demi vitrifié comme la porcelaine, et il est presque imperméable.

La couverte s'obtient généralement en jetant dans le four du chlorure de sodium humide.

(292) *Faïences.*

La *faïence fine* diffère de la porcelaine et du grès en ce qu'elle n'est ni vitrifiée, ni translucide : elle se compose d'argile plastique lavée et de quartz; lorsqu'elle contient de la chaux elle porte le nom de *terre de pipe*.

La faïence est infusible et a toujours une glaçure, sa pâte étant très-perméable.

COMPOSITION DE LA FAÏENCE FINE (FAÏENCE CAILLOUTÉE.)

Argile plastique	87
Silex	13
	100

COMPOSITION DE LA FAÏENCE FINE (TERRE DE PIPE).

Argile plastique	85,4
Silex	13,0
Chaux	1,6
	100,0

Glaçure pour faïence cailloutée.

Sable quartzeux	36
Minium	45
Carbonate de soude	17
Nitre	2
Bleu de Cobalt	0,001
	100,001

Glaçure pour la terre de pipe.

Feldspath calciné	7
Sable	30
Minium	30
Litharge	27
Borax	3
Cristal	3
	100

(293) *Poteries.*

La *poterie ordinaire vernissée* est fabriquée avec une pâte homogène fusible, opaque, colorée, et poreuse bien qu'à cassure vitreuse : elle est formée de marne argileuse, d'argile figuline et de sable ; son vernis est un silicate alumino-plombeux.

COMPOSITION D'UNE PATE À POTERIE COMMUNE VERNISSÉE.

Argile plastique non lavée	80
Sable siliceux un peu marnifère	20
	100

COMPOSITION DU VERNIS

	Jaune.	Brun.	Vert.
Argile plastique de Vanves	16	15	16
Sable siliceux de Belleville	14	15	16
Minium	70	64	65
Peroxyde de manganèse	»	6	»
Battitures de cuivre rouge	»	»	3

La *poterie émaillée* se distingue de la précédente par son vernis qui, étant opaque, est considéré comme un émail; plus le prix de la poterie est élevé, plus ses principes constituants sont soignés. Les émaux employés sont généralement de deux sortes, l'émail plombifère qui est brun et l'émail stanifère qui est blanc.

(294) *Composition des diverses argiles employées dans la fabrication des poteries.*

Provenance.	Eau hygrométrique.	Argiles séchées à 100°. Eau combinée.	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Chaux.	Magnésie.	Alcalis.
Arcueil	»	11,01	62,14	22,00	3,09	1.68	traces	traces
Belin	1,27	8,64	63,57	27,45	0,15	0,55	traces	»
Condé	10,87	16,48	44,50	33,00	1,91	1,34	0,60	traces
Forges-les-Eaux	»	11,00	65,00	24,00	traces	»	»	»
Hayanges	»	7,50	66,10	19,80	6,30	»	»	»
Retourne-Loup	2.27	16,96	42,00	38,96	0,85	1,04	0,17	»
Saveignies	»	»	65,00	31,00	1,00	traces	2,00	»
Strasbourg	»	12,00	66,70	18,20	1,60	»	0,60	»
Vaugirard	»	14,58	51,84	26,10	4,91	2,25	0,23	»
Helimybory	»	9,00	61,00	24,00	7,50	0,50	»	»
Devonshire	»	11,20	49,60	37,40	»	»	»	»
Stonebridge	»	17,34	45,25	28,77	7,72	0,47	»	»
Hesse	0,43	14,00	47,50	34,37	1,24	0,50	1,00	traces

(295) *Argiles, Chaux, Ciments hydrauliques et Pouzzolanes.*

Les argiles proviennent de la décomposition des feldspaths; le *kaolin*, qui peut être considéré comme le type des argiles, est un silicate d'alumine hydraté.

Les argiles sont divisées suivant leur propriété en :

Argiles plastiques donnant des pâtes très-longues et infusibles :
— smectiques, donnant des pâtes peu ductiles et fondant à la température du four à porcelaine;
— figulines, donnant des pâtes un peu grasses et plus fusibles, à cause de la chaux et de l'oxyde de fer qu'elles renferment ;
— marnes, donnant des mélanges d'argiles et de carbonate de calcium, et délitables dans l'eau ;
— ocres, ou argiles colorées en rouge par l'oxyde de fer.

Les chaux cuites se divisent : En chaux grasses ou presque pures ;
Chaux maigres, riches en sable quartzeux et en oxyde de fer;
Chaux hydrauliques, renfermant une certaine proportion d'argile ;
Ciments ou chaux hydrauliques, contenant 30 ou 40 p. 100 d'argiles.

Les matériaux hydrauliques, lorsqu'ils sont cuits, sont de véritables silicates de chaux et d'alumine.

Terres cuites. — On désigne sous ce nom les pâtes ordinaires à texture lâche non sonore et sans glaçure.

(296) *Analyse de divers kaolins.*

Provenance.	Silice.	Alumine.	Eau.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Résidu.
Saint-Yrieix	36,25	33,35	12,00	»	2,40	»	»	16,00
Plymton (Devonshire)..	44.26	36.81	12,74	2,72		»	»	4,30
Passau	45,34	35,18	17,24	1,55		»	»	3,48
Aue.................	35,89	34,12	11,09	»	0,69	»	»	18,00
Sosa................	45,07	38,15	9,69	»	1,80	»	»	5,53
Lochkarewska.........	46,75	34,98	13,70	1,25	0.48	0,29	1,34	0,95
Tong-Kong (Chine)....	50,50	33,70	11.20	»	0,80	1,90	»	1,80
Sy-Kang.............	55,3	30,3	8 2	»	0,40	1,10	2,70	2,00

(297) *Analyse des argiles.*

Nous ne nous occuperons pas de l'analyse mécanique par lévigation, ou par les tamis (**351**). On pèse 3 à 4 grammes d'argile, qu'on dessèche à 120°; on pèse et on désagrège le résidu par les acides sulfurique et fluorhydrique; on ajoute ensuite de l'acide chlorhydrique et on fait 300 cc. Sur 100 cc. on dose par l'ammoniaque la somme de l'alumine et du peroxyde de fer; on précipite dans le liquide filtré la chaux par l'oxalate d'ammonium; puis dans le nouveau liquide la magnésie par le phosphate.

Sur 100 cc. on réduit par le zinc le fer, qu'on dose au permanganate; on retranche le peroxyde de fer correspondant du poids de fer et d'alumine trouvé d'abord, et on a l'alumine. Une troisième portion de 100 cc. est additionnée de baryte caustique; la liqueur filtrée est traitée par le carbonate d'ammonium, filtrée de nouveau, évaporée à sec; le résidu est calciné et repris par l'eau filtrée après une nouvelle addition de carbonate d'ammonium, séché, calciné et pesé; on a la somme de chlorures alcalins, dans lesquels on dose le chlore par voie volumétrique (table **261**) : on en déduit le poids de potassium et de sodium (table **191**). Un gramme de matière est désagrégé par 5-6 grammes de carbonate potassico-sodique dans un creuset de platine chauffé progressivement, puis à la fin sur un fort chalumeau à gaz. Après une heure, quand la fusion est tranquille, on pose le creuset sur une plaque de fer épaisse et froide, où il se refroidit rapidement, tandis que la masse fondue se détache en un seul culot. On fait digérer le tout dans un becherglas avec 100 cc. d'eau, pendant une demi-heure, on ajoute par petites portions de l'acide chlorhydrique en excès, on retire le creuset et on le lave en faisant tomber dans le becherglas les eaux de lavage. On évapore à sec au bain-marie jusqu'à ce qu'il ne se dégage

plus de vapeurs acides. La masse refroidie est humectée d'acide chlorhydrique; après une heure de chauffe au bain-marie, on étend d'eau bouillante et on décante, après repos, sur un filtre; le dépôt de silice est repris deux ou trois fois par quelques gouttes d'acide chlorhydrique chaud, lavé, séché et calciné : c'est la silice totale.

Enfin on chauffe dans une capsule de platine vers 250° un gramme d'argile avec de l'acide sulfurique concentré pendant 12 heures, on dilue, on filtre et on lave le précipité, qu'on traite sur le filtre par une solution bouillante de carbonate de sodium contenant un peu de soude caustique, jusqu'à ce que le liquide filtré ne se trouble plus par le sel ammoniac. On lave, on sèche et on calcine le résidu qui représente le sable feldspathique et le quartz; après l'avoir pesé, on le désagrège par le carbonate mixte et on y dose la silice et la somme de l'alumine et du peroxyde de fer; ce dernier poids, multiplié par 3,51, donne la silice contenue à l'état de feldspath le reste de silice insoluble représente le quartz; enfin, en déduisant de la silice totale a silice insoluble, on a la silice de l'argile.

(298) *Essais des poteries vernissées.*

Le Comité d'Hygiène de France a prescrit la marche suivante :

Faire bouillir doucement pendant 1/2 heure dans les vases suspects du vinaigre à 6 pour 100 d'acide acétique, en remplaçant le liquide à mesure qu'il s'évapore; 50 grammes de vinaigre suffisent pour un vase d'un demi-litre. Après refroidissement, on recherchera le plomb par l'hydrogène sulfuré et l'iodure de potassium.

(299) *Analyse des ciments.*

Un échantillon de ciment est chauffé au rouge : la perte correspond à l'eau et à l'acide carbonique. Ce dernier est dosé sur une autre portion; on a l'eau par différence.

On introduit 4 à 5 grammes de ciment dans un ballon de 1 litre qu'on remplit d'eau. Après deux jours on dose la chaux et l'acide sulfurique. Si ce dernier est en forte quantité, il reste du sulfate de calcium non dissous. On dose encore les sulfates sur un autre échantillon.

On traite d'autre part 3 à 4 grammes de ciment par l'acide nitrique : on évapore à sec, on redissout dans l'eau acidulée, et on dose le fer, l'alumine, la chaux et la magnésie (qui doit être en faible proportion). Le résidu insoluble est desséché et pesé, puis repris par la potasse faible, qui dissout la silice; on lave, on sèche et l'on pèse l'argile restante : on a la silice par différence. En déduisant de la chaux totale celle qui correspond aux acides sulfurique et carbonique, le reste est compté comme combiné à la silice et à l'alumine.

Dans les pouzzolanes, on dose, sur 5 grammes attaqués par l'acide nitrique et traités de même, le fer, l'alumine, la chaux, la magnésie et les alcalis dans la partie soluble; le résidu d'argile calciné est désagrégé au rouge vif par son poids de chaux pure, et on y dose la silice et les bases, en retranchant de la chaux trouvée celle qui a été ajoutée.

Section VI. — Combustibles et Éclairage.

(300) *Données sur quelques combustibles.*

On peut admettre que 1 kilogramme de houille moyenne développe 7500 calories, et 1 kilogramme d'eau, pour se réduire en vapeur à la température de 100°, absorbe 650 calories de chaleur latente et sensible; il en résulte que 1 kilogramme de houille peut produire théoriquement $\frac{7500}{650} = 11^k,54$ de vapeur d'eau. En pratique, sous les générateurs cylindriques, avec ou sans bouilleurs, on n'obtient en moyenne de 1 kilogramme de houille que $6^k,50$ de vapeur et sous les meilleurs générateurs tubulaires 10 kilogrammes.

Le coke ne doit pas donner plus de 5 à 8 pour 100 de cendres; sa puissance calorifique par rapport à celle de la houille est comme 13 : 14.

La puissance calorifique de la tourbe ordinaire par rapport à celle de la houille est comme 1 : 2,50; celle du bois est comme 1 : 2,28; celle du coke de gaz est au coke de four comme 6 : 8. De ces chiffres on déduit qu'en moyenne, lorsque 1 kilogramme de houille évapore $6^k,50$ d'eau, 1 kilogramme de coke en vaporise $5^k,8$ à 6 kilogrammes, la tourbe $2^k,6$ et le bois $2^k,8$ d'eau.

En général, l'hectolitre de houille, mesurant $0^m,503$ de diamètre et de hauteur, pèse 78 à 80 kilogrammes; le mètre cube pèse donc $10 \times 80 = 800$ kilogrammes.

La voie ancienne mesurait 15 hectolitres et pesait 1200 kilogrammes.

L'hectolitre de coke pèse 38 à 40 kilogrammes; le mètre cube pèse donc 380 à 400 kilogrammes.

La voie ancienne pesait 600 kilogrammes.

(301) *Essai des combustibles minéraux.*

1° On dose l'*eau* en chauffant le coke pulvérisé 2 heures à 110°, le lignite et la tourbe 5 à 6 heures à 100°, la houille divisée en fragments de la grosseur d'une fève 2 heures à 105°, autant que possible à l'abri de l'air. On laisse refroidir dans l'air sec et l'on pèse le résidu.

L'échantillon moyen devra être pris aussi régulièrement que possible; on opérera sur 100 à 200 grammes pour le dosage de l'eau.

2° Pour les *cendres*, on incinère au moufle 1 à 3 grammes de combustible finement divisé, dans une capsule de porcelaine; après 2 heures, les cendres, blanches ou jaunâtres, peuvent être pesées. Pour les houilles, il importe de chauffer graduellement.

3° *Résidu de coke.* — 1 gramme de houille finement pulvérisée est pesé dans un creuset de platine de 3 centimètres au moins de hauteur, muni d'un couvercle de platine fermant bien : on le place sur un trépied

mince, le fond à 3 centimètres environ de l'orifice d'un bec ordinaire de Bunsen, dont la flamme doit avoir au moins 18 centimètres de haut. On chauffe rapidement, jusqu'à ce qu'on ne voie plus de gaz combustible se dégager du creuset (il ne faut que quelques minutes); on laisse refroidir, on pèse et on déduit les cendres (2°) Une bonne houille doit donner 60 à 70 pour 100 de coke (les houilles de forge 70 à 85 pour 100). On note également l'aspect et le volume du coke, suivant les applications.

4° On détermine l'*azote* par la chaux sodée (356), le *carbone* et l'*hydrogène* par combustion.

5° *Soufre*. — On mélange intimement, dans un creuset de platine, 1 gramme de combustible finement pulvérisé, 1/2 gramme de carbonate de sodium pur et anhydre, et 1 gramme de magnésie calcinée; on chauffe pendant 1 heure la partie inférieure du creuset, incliné et ouvert, en brassant avec un fil de platine. Après refroidissement, on reprend par 100 centim. cubes d'eau chaude, on lave le creuset, on ajoute de l'eau bromée en excès, on fait bouillir, on filtre, et dans le liquide réuni aux eaux de lavage, on dose l'acide sulfurique par le chlorure de baryum; on calcule en soufre. On peut doser l'acide sulfurique préexistant en faisant digérer à chaud 10 grammes de combustible avec une solution de 10 grammes de carbonate de sodium, et dosant l'acide sulfurique dans la liqueur filtrée.

6° *Phosphore*. — On incinère assez de combustible pour avoir 1 à 2 grammes de cendres, qu'on pèse; on les humecte d'acide chlorhydrique concentré; après digestion, on évapore à sec, on humecte d'acide chlorhydrique, on ajoute 200 cc. d'eau, on fait digérer au bain-marie, on filtre, on évapore à sec avec de l'acide nitrique, on reprend par l'eau acidulée avec l'acide nitrique, on filtre dans un becherglas et on précipite par le molybdate d'ammonium. Le phosphomolybdate est lavé avec une solution à 5 pour 100 d'acide nitrique et 10 pour 100 de nitrate d'ammonium. Quand les eaux de lavage ne renferment plus de fer, on lave le becherglas à l'ammoniaque, qu'on repasse ensuite sur le précipité pour le redissoudre; on dose dans l'ammoniaque filtrée à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien et l'on calcule en phosphore.

7° *Essai calorifique d'après Berthier*. — Ce procédé, bien que tout à fait inexact, est encore employé. On mêle intimement, dans un creuset de terre, 1 gramme de houille en poudre impalpable avec 40 à 50 grammes de litharge pulvérisée (ou mieux 70 à 80 grammes de céruse) ou 1 gramme de bois ou de tourbe finement divisée avec 30 grammes de litharge et 10 grammes de chlorure de plomb; on recouvre le mélange de 20 à 30 grammes de litharge ou 30 à 40 grammes de céruse. On fait fondre; on termine par un coup de feu de dix minutes pour rassembler le plomb en un culot que l'on dégage, qu'on brosse, qu'on pèse, et dont le poids en grammes, multiplié par 234, donne le nombre de calories fourni par 1 kilogramme de houille.

(302) *Analyse du mélange Laming.*

Dans un tube de 9 millimètres de diamètre intérieur et de 15 centimètres de long, étiré à la partie inférieure et garni de coton de verre ou d'amiante calcinée, on introduit 2 à 3 grammes de l'échantillon moyen. On l'épuise par six lavages successifs avec 10 cc. de sulfure de carbone pur; celui ci est distillé, les dernières portions sont évaporées et l'on sèche le soufre à 80°, puis on le pèse.

Ce soufre étant souvent souillé par des matières goudronneuses, pour doser le soufre réel qu'il contient, on en attaque 1/2 gramme environ, finement pulvérisé, dans un ballon, par de petites portions d'acide nitrique fumant très concentré, et l'on fait bouillir, on évapore presque à sec, on ajoute de l'acide chlorhydrique, on évapore pour détruire le reste de l'acide nitrique et l'on pèse à l'état de sulfate de baryum.

On peut aussi brûler le soufre par un courant d'oxygène, dans un tube à combustion garni d'amiante platinée, et recevoir le gaz dans une solution aqueuse renfermant par litre 180 grammes de potasse à l'alcool exempte de sulfates et 100 grammes de brome; le soufre ($0^{gr},4$) est pesé dans une nacelle de porcelaine, qui est pesée après l'opération et donne le poids des cendres. Le tube de 60 centimètres de long est rétréci à 50 centimètres de l'orifice, et à 5 centimètres du rétrécissement on l'étire en une pointe de 10 centimètres de long et 5 millimètres de diamètre qu'on recourbe à angle droit; on la fait passer dans le bouchon d'une des branches d'un tube de Peligot, relié lui-même à un tube pareil; chacun de ces tubes est chargé de 25 à 30 cc. d'hypobromite. A partir du rétrécissement on dispose une colonne de 25 centimètres d'amiante platinée, puis la nacelle. On fait passer un courant assez vif d'oxygène en chauffant, sur une grille à gaz, tout le tube jusqu'à la partie rétrécie. Après la combustion, on coupe le tube au rétrécissement, on lave cette partie et l'on réunit les eaux de lavage au contenu des tubes de Peligot pour y doser l'acide sulfurique, en acidulant par l'acide chlorhydrique, faisant bouillir et précipitant par le chlorure de baryum.

(303). *Détermination du pouvoir éclairant.*

On est convenu depuis 1884 de prendre pour unité de lumière blanche la lumière émise normalement par un centimètre carré de platine à son point de solidification. Cette source constitue l'*étalon Violle*; sa vingtième partie est la *bougie décimale*, unité pratique de photométrie. L'unité ancienne de France était la *Carcel*, lumière d'une lampe système Carcel brûlant 42 gr. d'huile de colza à l'heure avec une mèche dite de Phare, de 75 brins et de $23^{mm},5$ diamètre extérieur, pesant $3^{gr},6$ au décimètre de longueur; la mèche faisait

une saillie de 10 millimètres et l'étranglement du verre était situé à 7 millimètres au-dessus de celle-ci. Une Carcel vaut 0,481 étalon Violle. La bougie décimale étant de 0,05 Violle par définition, on voit que la bougie décimale vaut à peu près un dixième de Carcel. La bougie d'acide stéarique ordinaire — bougie longue, marque de l'Étoile, de 5 au paquet de 485 gr. — donne une intensité de 1/7 de Carcel environ, ou 0,143 Carcel, ou 0,067 Violle, ou 1,33 bougie décimale. La bougie décimale vaut donc à peu près les 3/4 d'une bougie de l'Étoile.

L'étalon allemand, *Kerse*, était une bougie de paraffine de 20 millimètres de diamètre, brûlant avec une flamme de 5 centimètres. Il valait 0,132 Carcel, ou 0,063 Violle, ou 1,26 bougie décimale.

La *Candle* anglaise, en blanc de baleine de 7/8 de pouce de diamètre, donnait une lumière très variable d'environ 0,135 Carcel, ou 0,065 Violle, ou 1,30 bougie décimale.

Le *Bec Bengel*, brûlant sous une pression de 2 à 3 millimètres d'eau 105 litres de gaz normal à l'heure (volume mesuré à la pression de 0,76), donne la lumière d'une Carcel. Pour une consommation de 100 litres, il donne 100/105 de Carcel, ou 6,66 bougies de l'Étoile, ou 0,458 Violle, ou 9,16 bougies décimales.

Le *titre* du gaz type était donc dit de 6,66 bougies (de l'Étoile); c'était le *pouvoir éclairant type*.

100 kilogr. de houille donnent 29 à 30 mètres cubes de gaz d'un pouvoir éclairant *moyen* égal au pouvoir éclairant type.

100 kilogr. de *boghead* en fournissent 40, d'un pouvoir éclairant 3,5 fois plus élevé.

100 kilogr. de *cannel coal* en donnent 33, d'un pouvoir éclairant qui est 1,70 fois celui du type.

Les *essais photométriques* se font avec le photomètre de Bunsen, c'est-à-dire avec un écran de papier blanc présentant 3 taches faites par un corps gras. On le place entre les deux sources et sur la droite qui les joint; l'écran est également éclairé sur ses deux faces quand les taches disparaissent. On les examine d'ailleurs à la fois à l'aide de deux miroirs à 45° et l'on constate qu'en inclinant légèrement le papier, la tache centrale reste invisible, tandis que les deux autres deviennent visibles, l'une en clair et l'autre en sombre.

L'éclairement étant proportionnel à l'intensité de la source et inversement proportionnel au carré de la distance de celle-ci à l'objet éclairé, l'égalité d'éclairement indique que les intensités des sources sont entre elles comme les carrés des distances, et si la somme des distances est 100, on a $i = i' \frac{d^2}{(100-d)^2}$. Connaissant l'intensité de la source de comparaison i', on aura facilement celle de la source étudiée en se servant de la table 9*b*.

On dit à volonté que l'éclairement est d'*une bougie à un mètre* ou bien d'*une bougie-mètre*, expression vicieuse, mais très usitée, pour exprimer que l'éclairement est celui que donnerait une bougie située à 1 mètre de l'objet éclairé. Il est fort différent de dire qu'un

éclairement est de 1 *bougie par mètre carré*; dans ce cas on veut exprimer que toute la lumière de la bougie serait projetée sur un mètre carré. Supposons que dans le cas précédent la surface éclairée soit de 1 mètre carré. Cette surface, située à 1 mètre de la source, interceptera environ un douzième (1/12,6) de la radiation totale; pour qu'elle reçoive une bougie par mètre carré, il faudra donc que la source vaille 12,6 bougies. La bougie par mètre carré est donc une unité 12,6 fois plus grande que la bougie à un mètre. On lit et on écrit facilement avec un éclairement de 1 bougie *par* mètre, ou 12 bougies *à* un mètre, ce qui équivaut à 3 bougies à 50 centimètres.

(304) *Fractionnement des pétroles de Bakou.*

	Densite.
Benzine.	0.725
Gazoline	0.775
Kerozène, huile à brûler.	0,837
Soliérovi, huile à graisser les laines.	0.870
Veregermi.	0 890
Huile à graisser les machines.	0.905
Huile à cylindres et valves	0,915
Huile pour cylindres de machines à vapeur.. . .	0,920
Vaseline	0,925

(305) *Densités et températures d'inflammation des huiles de pétrole et de schiste.*

Pétrole. — Densités.	S'en-flamme à	Schiste. — Densités.	S'en-flamme à	Pétrole. — Densités.	S'en-flamme à	Schiste. — Densités.	S'en-flamme à
0,685	— 21°	0,769	— 12°	0,783	+ 50	0,851	+ 86
0,700	— 19	0,791	+ 19	0,792	75	0,880	98
0,740	+ 15	0,805	35	0,805	90	Huile brute.	
0,750	17	0,814	48	0,822	110		
0,760	35	0,823	60	Pét.brut.		0,882	28
0,775	45	0,841	80	0,802	15		

Le pétrole mis en contact avec son volume d'acide sulfurique concentré ne s'échauffe que de quelques degrés, 5 à 10 au plus, tandis que, dans les mêmes conditions, le mélange de pétrole et d'huile de schiste ou de tourbe s'échauffe au contraire beaucoup plus, jusqu'à 50°.

(306) *Points d'ébullition des pétroles américains.*

	Densité.	Bout à
Éther, rhigolène................	0,65-0,66	40-70°
Gazoline (extraction des huiles)..	0,66-0,69	70-90°
Benzine à détacher.............	0,69 0,70	90-110°
Ligroïne......................	0,70-0,73	110-120°
Essence pour vernis............	0,73-0 76	120-170°
Photogène (essence à brûler).....	0,76-0,80	170-245°
Huile solaire (huile à brûler)....	0,80-0,83	245-310°
Huile de graissage..............	0,83-0,87	310-350°
Paraffine molle, fondant à 38-52°..	0,87-0,88	350-390°
Paraffine dure, — 52-56°..	0,88-0,93	390-430°

(307) *Essai des pétroles.*

Le décret du 19 mai 1873 divise les hydrocarbures liquides en général, huiles de schiste, de goudron et de pétrole, et les essences, en deux catégories, suivant le degré d'inflammabilité :

La première catégorie comprend les essences inflammables au-dessous de 35°; la deuxième, celles qui s'enflamment à 35° et au-dessus.

Le règlement accorde une tolérance de 2°, et si on obtient 32, 33 ou 34°, on pratique deux autres essais et on prend la moyenne : le pétrole ne doit être déclaré mauvais que si la moyenne est inférieure à 33°.

L'appareil usité en France pour déterminer le degré d'inflammabilité est celui de M. Garnier.

Il a la forme d'une boîte ronde en cuivre dont le couvercle porte un thermomètre et une ouverture fermée par un petit couvercle qui laisse passer la flamme. Voici l'instruction qui accompagne l'instrument.

1° Ouvrir l'appareil, s'assurer que la mèche repose bien au bas du tube central et n'en dépasse la tête que juste pour être allumée, jamais plus de 1 millimètre; verser doucement l'huile sur le milieu de la mèche, jusqu'à ce que, débordant du porte-mèche, elle arrive à la hauteur du petit tube déversoir de côté; la quantité de liquide sera donc toujours égale.

2° Fermer le couvercle ainsi que la petite plaque supérieure, introduire le thermomètre, approcher une allumette. Si le liquide brûle (souffler dessus), ou s'il se fait une forte explosion, dans ces deux cas, le liquide renferme des essences volatiles et rentre dans la première catégorie.

3° Si ces essais n'ont rien donné, ouvrir la petite plaque et allumer la mèche, en évitant les courants d'air et sans remuer l'appareil. Quand on entend une explosion qui éteint la flamme, lire de suite le thermomètre qui donne le point d'inflammabilité des vapeurs. Le point d'ignition se trouve au moment où l'huile s'enflamme et continue à

brûler toute seule au contact d'une allumette. En outre, on prend la densité du liquide au moyen de l'éprouvette qui accompagne l'appareil : la graduation du densimètre donne le poids du litre en grammes. Le pétrole doit peser 800 et le schiste 815 pour le point d'inflammabilité de 35°.

Outre l'essai à l'acide sulfurique indiqué plus haut, on doit pratiquer le suivant :

Mélanger 5 centimètres cubes de pétrole, 2 centimètres cubes d'ammoniaque et quelques gouttes de nitrate d'argent sur une soucoupe, et allumer; le liquide ne doit pas noircir, par suite de la présence de soufre provenant de schistes bitumineux ou d'huiles de goudron à basse température, renfermant du sulfure de carbone ou du thiophène.

En Allemagne et en Angleterre, on se sert de l'appareil d'Abel. On remplit le bain-marie d'eau jusqu'à ce qu'elle s'écoule par l'ouverture pratiquée à la partie supérieure; on remplit la lampe d'huile de colza ou de navette jusqu'à l'extrémité inférieure de son bec et l'on coupe la mèche de manière à obtenir une flamme de 3^{mm},8 de diamètre. On dispose l'appareil à l'abri des courants d'air, on chauffe le bain-marie à 130° F., soit 54°,4, et l'on verse lentement dans le réservoir à huile, jusqu'à la marque, le pétrole, qui ne doit pas être à plus de 65° F., ou 18°,5. On ajuste alors le couvercle, on dispose le récipient à huile dans le bain-marie, on met la lampe sur ses supports, et l'on observe le thermomètre : tous les 1 ou 2 degrés on retire le tiroir et au bout de 3 secondes on le referme. Quand le mélange gazeux prend feu, on note le degré, qui est le point d'inflammabilité.

(308) *Essai des huiles minérales de graissage.*

1° Prendre la densité.

2° Point d'inflammabilité des vapeurs : on chauffe au bain de sable dans une capsule, et tous les 5° on retire du bain et on approche une allumette. L'huile ne doit pas mousser ni prendre feu au-dessous de 180° (en général vers 220°) ; la flamme doit persister.

3° Point de solidification (toujours au-dessous de 0°, d'ordinaire à — 5°).

4° Parties insolubles : 10 cc. dans 10 cc. d'éther, filtrer, laver et peser le résidu.

5° Dans un tube gradué, agiter 5 cc. de soude de densité 1,4 et 10 cc. d'huile, et chauffer au bain-marie ; la couche de soude doit être claire après 5 minutes.

6° Dans un tube gradué on met 7 1/2 cc. d'huile, on met dans de l'eau à 15° à côté d'un flacon d'acide nitrique à 1,45 de densité; et quand la température est égale, on verse dans le tube 7 1/2 cc. d'acide ; on agite avec un thermomètre, qui ne doit pas monter de plus de 20° (sinon il y aurait des huiles de houille).

7° Opérer de même avec 10 cc. d'huile et 10 cc. d'acide sulfuriqu de densité 1,53; l'acide doit devenir tout au plus jaune clair.

8° Agiter avec de l'eau, qui doit rester neutre et claire, et ne pa précipiter par le tannin.

9° Essai de la consistance, comme pour les huiles p. (368).

10° Sur des lames de cuivre, fer, bronze, etc., on dépose des gouttes d'huile et on porte à l'étuve à 100° pendant 24 heures : il ne doit pas se produire d'attaque.

(309) *Le charbon de bois (1 volume) absorbe les volumes suivants des différents gaz.*

	Volumes.		Volumes.
Ammoniaque.........	90	Éthylène.............	35
Acide chlorhydrique..	85	Oxyde de carbone....	9,42
Acide sulfureux......	65	Oxygène.............	9,25
Acide sulfhydrique...	55	Azote................	7,5
Protoxyde d'azote....	45	Hydrogène carboné...	5
Acide carbonique.....	35	Hydrogène...........	1,75

Section VII. — Résines.

(310). *Détermination qualitative des résines à l'aide des dissolvants.*

1° La résine est entièrement sol. alcool.

- Sol. benzine
  - insol. CS^2 .... *Benjoin.*
  - sol. CS^2
    - résine solide. .... *Colophane.*
    - consistance de baume ... *Térébenthine de Venise.*
    - consistance d'onguent.... *Élémi.*
- Presque insol. benzine
  - sol. éther.............. *Sandaraque.*
  - insol. éther .... *Gomme laque.*

2° La résine est partiellement sol. alcool.

- Sol. benzine
  - sol. éther...................... *Mastic.*
  - partiellement sol. éther
    - partiellement sol. alcool méthylique *Damma*.
    - insol............ *Asphalte.*

Partiellement sol. benzine	sol. alcool amylique		....	*Copal d'Angola blanc fondu.*
	partiellement sol. alcool amylique	partiellement sol. ligroïne	sol. rouge....	*Sang-dragon.*
			sol. jaune.....	*Gomme-gutte.*
		insol. ligroïne	partiellement sol. acétone ..	*Storax.*
			presque insol. acétone.....	*Copal d'Angola rouge fondu.*

3° La résine est presque ou entièrement insol. alcool.

Sol. benzine	se distinguent par les chiffres de l'iode.........................		*Succin fondu.* *Copal de Zanzibar fondu.*
Partiellement sol. benzine	sol. alcool amylique		*Copal d'Angola blanc.*
	partiellement sol. alcool amylique	partiellement sol. CS^2.	*Copal d'Angola rouge.*
		insol. CS^2............	*Copal de Zanzibar.*
Presque insol. benzine.........................			*Succin.*

(311) ***Réactions quantitatives pour la détermination des résines.***

On chauffe environ 1 gramme de résine avec de l'alcool à 95 pour 100 dans un appareil à reflux, on filtre et défalque le résidu. On titre avec la soude demi-normale et la phtaléine la solution alcoolique. Le nombre de milligrammes de KHO nécessaire pour saturer 1 gramme de résine en solution alcoolique est le *chiffre de l'acide*.

On fait bouillir pendant 5 minutes au réfrigérant ascendant 1 gramme de résine avec 25 cc. de potasse alcoolique demi-normale, on étend avec 100 cc. d'alcool, on fait bouillir un instant et on titre l'excès d'alcali avec l'acide chlorhydrique et la phtaléine. Le nombre de milligrammes de KHO combiné avec 1 gramme de résine donne le *chiffre de Kœttstorfer*.

On dissout 1 gramme de résine dans 50 cc. d'alcool bouillant et on opère à froid sur le liquide seul, soit sur celui-ci en présence du résidu. On ajoute de la solution alcoolique d'iode jusqu'à ce que la coloration brune soit encore nettement visible au bout de 24 heures (25 gr. I, 30 gr. $HgCl^2$, 500 cc. alcool).

On additionne alors d'assez de la solution de KI au 1/10 pour que l'eau ne produise pas de précipité et on dose l'iode en excès par l'hyposulfite. Le poids d'iode fixé par 100 parties de résine est le *chiffre de l'iode*. On a alors les nombres suivants:

(312)

Résines.	Chiffres de l'acide.	Chiffres de Kœttstorfer.	Chiffres de l'iode.	
			avec résidu.	sans résidu.
Colophane indigène.........	146,5 145.5	168,2 166		116,8 114,8
Sandaraque...............	141,4 138,7	174,4 170		66,8 63,8
Benjoin..................	136,3 134,1	164,7 164,5		57,4 56,6
Storax...................	130.6 128.5	205,6 191,0	64,7	58,6
Copal d'Angola blanc fondu.	93,6 93,4	118,8 117,8	44,9	41,6
Gomme-gutte..............	81,2 79.4	non déterminable	70,9	70
Térébenthine de Venise....	70.1 69,3	102,6 96,4		145 3 141,9
Gomme laque brune.......	65,1	213,3	8,3	6
— — orange......	60	211,6		0
Mastic...................	64,5 63,6	93,8 92,3	64,4 64,2	53,2 53,1
Dammar...................	33 30,6	47.1 46,5	63,6 63,5	64,1 60,5
Copal d'Angola rouge fondu.	30,5 30	110,7 109,8	34,8	22,3
Élémi....................	22,3 22	25,1 24,0		85,1 80,9
Sang-dragon..............	non déterminable		72,4	55,5
Copal d'Angola rouge......		148 146,4		
Succin...................		145 144,6		
Copal d'Angola blanc......		132,2 129,7		
Copal de Zanzibar.........		92,4 89,6		
Succin fondu..............	0	38,2 33,9	4,8	3,3
Copal de Zanzibar fondu....	0	36,8 34,6	12,6	7,6
Asphalte.................	0	8,1 1,3	22,2	3,5

(313) *Vernis.*

Les vernis se divisent en trois classes :

1° Vernis à l'alcool, dont le dissolvant est formé d'alcool, d'alcool dénaturé, de méthylène, de chloroforme, d'acétone, d'éther : comme résines on emploie surtout la gomme laque, la sandaraque, l'élémi, la térébenthine, quelquefois le copal ou l'ambre fondus, et comme colorants la gomme-gutte, le sang dragon ou les couleurs d'aniline ;

2° Vernis à l'essence, formé de mastic, de galipot, de copal fondu, de dammar, dissous dans l'essence de térébenthine ; celle-ci peut-être dosée intégralement par distillation à la vapeur d'eau et mesurage de la couche ;

3° Vernis gras, formé de copal ou ambre fondus, dammar, essence de térébenthine et huile de lin cuite.

L'huile de lin cuite ou siccative a perdu de la glycérine ; l'acide linoléique s'est oxydé et on trouve un chiffre d'iode plus faible et un chiffre d'acétyle assez élevé ; elle renferme souvent du plomb ou du manganèse, suivant le siccatif employé.

L'huile de lin cuite ou siccative ne donne pas d'émulsion avec son volume d'eau de chaux, ce qui la distingue de l'huile naturelle.

On emploie encore quelquefois comme vernis une dissolution de celluloïde dans l'alcool méthylique additionné d'un éther acétique, et quelquefois d'un peu de colophane.

Section VIII. — Matières grasses.

Suifs, Savons, Huiles.

(314) *Essai des savons.*

Eau. — On pèse 10 grammes de savon dans un grand plateau à rebord, taré ; on sèche à 130-140° jusqu'à poids constant : il faut avoir soin de percer la croûte qui s'est formée au début.

Acides gras. — On pèse 100 grammes de savon, que l'on place dans une capsule avec de l'eau distillée ; on chauffe, puis on ajoute peu à peu un excès d'acide sulfurique étendu. Le savon est décomposé, les acides gras viennent surnager. Après quelques minutes d'ébullition, on enlève la capsule du feu et on la laisse refroidir dans un endroit tranquille. La couche huileuse qui surnage se solidifie : on perce alors le gâteau, on décante le liquide en évitant d'entraîner des parties solides ; on ajoute de l'eau distillée, on fait bouillir de nouveau, et on recommence jusqu'à ce que l'eau ne soit plus acide. On laisse égoutter, et on chauffe la capsule à 100 ou 110°, jusqu'à ce que la masse soit sèche, ce que l'on constate lorsque la fusion est tranquille ; on prend le poids total de la capsule et de la matière grasse ; on nettoie la capsule, on la pèse de nouveau ; la perte indique le poids de la matière grasse. En retranchant de ce poids 3,25 o/o d'eau de combi-

naison, on trouve le poids des acides gras anhydres dans le savon.

On détermine ensuite la densité de ces acides gras et leur point d'échauffement par l'acide sulfurique, qui est le même que celui des huiles correspondantes; ces acides gras donnent avec les réactifs les mêmes colorations que les huiles dont ils dérivent.

ALCALIS (soude ou potasse). — On pèse dans une capsule 10 grammes de savon et on l'incinère. Le résidu étant repris par l'eau, on détermine par un essai alcalimétrique la quantité d'alcali. On parvient au même résultat en décomposant un poids donné de savon par de l'acide sulfurique titré. Au besoin, la liqueur, séparée des acides gras, est évaporée à sec; le résidu, fortement calciné, est composé de sulfate de potassium ou de sodium dont on détermine le poids. Dans les savons mous il existe habituellement de la potasse et de la soude : il faut donc dans le produit de l'incinération doser la potasse et la soude par les méthodes décrites à l'Alcalimétrie. Par le calcul on déduit la quantité d'alcali anhydre (voir table **268**). On peut encore séparer les acides gras par l'acide chlorhydrique, filtrer, évaporer et calciner; on précipite par l'eau de baryte; on filtre, on ajoute du carbonate et du chlorhydrate d'ammoniaque, on filtre, on calcine, on pèse et on dose le chlore (table **191**).

GLYCÉRINE. — On dissout le savon dans l'eau, on précipite la matière grasse par la plus petite quantité d'acide chlorhydrique, on filtre, on lave à l'eau acidulée, on sature par du carbonate de sodium et on évapore à une douce chaleur. On reprend le résidu par l'alcool à 92°, on filtre, on évapore la solution alcoolique dans une capsule de platine et on pèse le résidu, puis on le calcine; la différence de poids correspond à la glycérine.

DÉTERMINATION DES MATIÈRES ÉTRANGÈRES. — On dissout 25 grammes de savon dans de l'alcool à 90°, on fait bouillir pendant quelques minutes et on laisse reposer. Si le savon est exempt de mélange, la solution est limpide et ne présente au fond du vase qu'un résidu insignifiant, s'élevant au maximum à 1 pour 100. Si au contraire la solution alcoolique reste trouble et si on aperçoit au fond du vase un précipité, le savon est impur.

On mélange les savons avec les substances suivantes : 1° Substances minérales solubles dans l'eau : sulfate, chlorure, silicate de sodium; 2° substances minérales insolubles : craie, kaolin, sulfate de baryum, silice; 3° matières organiques : fécule, gélatine, résine, etc.

Les sels alcalins contenus dans le savon se dosent dans les cendres : le chlorure de sodium par liqueur titrée; le sulfate par pesée à l'état de sulfate de baryum, dont le poids, multiplié par 0,609, donne celui du sulfate de sodium correspondant.

Résine. — On pèse 10 grammes de savon, on dissout dans 100 gr. d'eau, et on ajoute un excès suffisant de lessive de soude; le précipité est lavé sur un filtre avec une solution de soude, et mis à part. Les liqueurs sont saturées par l'acide sulfurique étendu, la résine recueillie sur un filtre taré, et le liquide saturé par du carbonate de sodium, évaporé à sec, et le résidu repris par l'alcool, qu'on distille : le résidu

composé de glycérine et de matières résinoïdes est repris par l'eau, qui laisse ces dernières.

Le savon précipité est redissous dans l'eau bouillante et traité par le chlorure de baryum ; les sels insolubles sont récoltés sur un filtre, lavés, séchés à 100° et traités par l'éther, qui dissout le résinate. On évapore et on traite par l'acide chlorhydrique, qui sépare la résine. Toutes ces parties résineuses sont réunies, séchées et pesées.

On peut aussi peser 10 grammes de savon, le dessécher à l'étuve, et l'épuiser, dans un petit appareil à épuisement, par l'éther sulfurique, qu'on évapore ensuite au bain-marie dans une capsule tarée : la résine reste comme résidu et est pesée.

La résine augmente considérablement la densité des acides gras et leur degré d'échauffement par l'acide sulfurique.

Huile de coco. — Les acides gras obtenus en additionnant d'acide chlorhydrique une solution de savon fabriqué d'après l'ancien procédé fondent vers 45°, ceux des savons fabriqués par la *méthode vive* fondent vers 30° : la présence de l'huile de coco abaisse leur poids de fusion à 23 ou 24°.

Alcali libre. — On ajoute à 100 grammes de savon, dans une capsule 100 à 150 cc d'eau salée à 18° Baumé ; on fait bouillir. Quand le savon est bien fondu, on laisse refroidir, et on sépare le savon surnageant ; on dose par l'acide normal l'alcali libre qui reste dissous dans la solution salée et filtrée.

Enfin, pour reconnaître si les matières grasses contenues dans le savon sont parfaitement saponifiées, on précipite la solution par du chlorure de calcium, et on épuise le précipité calcaire par l'éther ou le sulfure de carbone. Ou mieux on additionne le savon de sable, on le sèche et on épuise directement, dans une petite allonge, le mélange par le sulfure de carbone. Dans les deux cas, l'évaporation de l'éther ou du sulfure de carbone laisse pour résidu la matière grasse.

(315) *Analyses de savons purs.*

A. *Savons liquidés.*

	Blanc parfumé.	Olives pures.	Olives et arachides.	Blanc mousseux.	Acide oléiq. de suif.	Jaune, huile de palme	Vert, huile de pulpe.
Eau %	9	33,50	34	30	33,50	33	32
Acides anhydres	79,55	59,40	58,90	61,90	59,50	59,60	60,30
Soude	9,55	6,48	6,65	7,42	6,48	7,08	6,70
Sels divers solubles	0,75 (1)	0,42	0,45	0,68	0,52	0,32	1
Rapport de l'alcali aux acides gras	12	11,25	11,31	12	10,90	11,75	11,10

1. La différence 1,15 est formée par la matière colorante et le parfum.

B. *Savons marbrés.*

	Bleu pâle.	Bleu vif.	Analyse des savons de potasse.	
Eau %...........	34	32,50	Eau %.............	45
Acides anhydres...	54,50	55,75	Acides anhydres....	44
Soude combinée...	6,35	6,30	Potasse combinée...	8
Carbonate de sodium	0,30	0,40	— libre.......	1
Sels solubles.......	2,20	2,35	Sels divers.........	0,90
Glycérine.........	2,30	1,85	Matières organiques.	1,10
Fer, alumine, chaux.	0,35	0,65		
Rapport de l'alcali total aux acid gras.	12,20	12,35		

(316) *Essai des suifs.*

1° Peser 50 grammes de suif.
2° Les faire fondre et chauffer à 125°.
3° Mesurer 40 cc. de soude caustique (à 36° Baumé).
4° Mesurer 25 cc. d'alcool à 40°.
5° Mêler les deux liquides dans une fiole.
6° Verser ce mélange sur le suif chaud.
7° Agiter sans cesse jusqu'à ce que le savon se solidifie.
8° Verser sur le savon 1 litre d'eau.
9° Faire bouillir le tout pendant 45 minutes.
10° Décomposer par l'acide sulfurique étendu.
11° Enlever l'eau à la pipette.
12° Couler la matière grasse dans un petit plateau.
13° Vérifier la cristallisation.

L'acide gras obtenu, on l'introduit dans un tube à essai de 10 à 12 centimètres de longueur sur 1 centimètre et demi à 2 centimètres de diamètre; il faut faire fondre assez de substance pour remplir le tube aux deux tiers et opérer cette fusion au bain-marie.

Le tube contenant la matière liquéfiée est placé dans un flacon muni d'un bouchon percé donnant passage au tube à essai. On plonge alors dans la matière grasse un thermomètre très exact, dont chaque degré est divisé en dixièmes de degré.

La cristallisation ayant gagné le tour du tube, l'opérateur agite légèrement l'acide gras en imprimant au thermomètre un mouvement circulaire 3 fois à droite, 3 fois à gauche.

Si l'on a pris note du degré que marquait le thermomètre avant l'agitation, on remarquera, après celle-ci, que le mercure est descendu de plusieurs fractions de degré, puis a remonté rapidement au-dessus du premier point noté, pour y rester stationnaire au moins 2 minutes. C'est ce dernier degré qui est pris pour titre du suif.

Le titre du suif étant connu, on peut évaluer approximativement les proportions des acides solides et de l'acide liquide à l'aide du tableau suivant, dressé par Chevreul, au moyen de mélanges à proportions déterminées d'acide margarique et d'acide oléique (t. **318**).

Nous allons également faire connaître les nombres obtenus par MM. Dalican et F. Jean, en mélangeant l'acide stéarique type du commerce, dont le point de solidification est 55°,4, et l'acide oléique complètement débarrassé de l'acide margarique par un repos prolongé et par filtration (table **317**).

Pour déterminer les impuretés contenues dans les suifs ordinaires, on dissout un poids connu de suif dans l'éther ou le sulfure de carbone, on recueille sur un filtre taré, qu'on lave à l'éther, et on pèse.

Les suifs ordinaires contiennent 0,5 pour 100 d'impuretés (tissus cellulaires, débris de membranes). Les suifs d'os, outre les matières gélatineuses. renferment du carbonate et du phosphate de calcium combinés à des matières grasses. Elles peuvent s'élever de 5 à 20 p. 100.

Dans le commerce des corps gras, les bulletins d'essai des suifs indiquent l'humidité, les impuretés et le titre, c'est-à-dire la température de solidification des acides gras obtenus. A l'aide des tables **318** et **317** on se rend compte de la proportion d'acides solides qu'on peut retirer des échantillons examinés.

L'humidité est dosée sur 50 grammes, qu'on chauffe à 110-115° jusqu'à ce que les crépitations aient cessé ; on fait refroidir dans l'exsiccateur et on pèse.

(317) *Tableau indiquant pour chaque degré du thermomètre la quantité d'acide stéarique et oléique contenue dans un suif (défalcation faite de 4 pour 100 pour la glycérine et de 1 pour 100 pour humidité et impuretés).* (DALICAN et JEAN.)

Points de fusion.	Quantité °/₀ d'acide stéarique.	Quantité °/₀ d'acide oléique.	Points de fusion	Quantité °/₀ d'acide stéarique.	Quantité °/₀ d'acide oléique.
40	35,15	59,85	45,5	52.25	42,75
40,5	36,10	58 90	46	53,20	41,80
41	38	57	46,5	55,10	39,90
41,5	38,95	56,05	47	57,95	37,05
42	39,90	55,10	47,5	58,90	36,10
42,5	42,75	52,25	48	61,75	33,25
43	43,70	51,30	48,5	66,50	28,50
43,5	44,65	50,35	49	71,25	23,75
44	47,50	47,50	49,5	72,20	22,80
44,5	49,50	45,60	50	75,05	19,95
45	51,30	43,70			

(318) *Tableau permettant (le titre d'un suif étant connu) de déterminer approximativement les proportions des acides solides et liquides* (CHEVREUL).

Acide oléique.	Acide concret.	Se trouble à	Se fige à	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.
99	1	+2°	0°	74	26	35,5°	49	51	44,3°	24	76	49,5°
98	2	7	+2	73	27	36	48	52	44,5	23	77	49,8
97	3	7	3	72	28	36,5	47	53	45	22	78	50
96	4	7,5	5	71	29	37	46	54	45	21	79	50
95	5	9,5	7	70	30	37,5	45	55	45,7	20	80	50,2
94	6	11	8	69	31	38	44	56	46	19	81	50,3
93	7	15	9	68	32	38,5	43	57	46,3	18	82	50,7
92	8	15	10	67	33	38,7	42	58	46,5	17	83	51
91	9	16	14	66	34	39	41	59	46,5	16	84	51,5
90	10	21	17	65	35	39,5	40	60	46,7	15	85	51,8
89	11	25	18	64	36	39,7	39	61	47	14	86	52
88	12	26	21	63	37	40	38	62	47,7	13	87	52
87	13	26	24	62	38	40	37	63	47,7	12	88	52,5
86	14	27	25,5	61	39	41	36	64	47,8	11	89	52,5
85	15	28	26,5[1]	60	40	41	35	65	48	10	90	53
84	16	30	27,5	59	41	41,7	34	66	48	9	91	53
83	17	30	28,5	58	42	42	33	67	48,2	8	92	53,2
82	18	32	29,5	57	43	42	32	68	48,3	7	93	54
81	19	32	30,5	56	44	42,2	31	69	48,5	6	94	54
80	20	32,5	31,5	55	45	42,5	30	70	48,5	5	95	54
79	21	35	32	54	46	43	29	71	48,5	4	96	54,2
78	22	35	33	53	47	43,5	28	72	48,5	3	97	54,7
77	23	36	34	52	48	43,7	27	73	48,7	2	98	55
76	24	36	34,5	51	49	44	26	74	49,2	1	99	55
75	25	36,5	35,5	50	50	44	25	75	49,5			

1. A partir de ce nombre les degrés sont des points de fusion.

(319) *Méthodes d'essai des huiles.*

Densité. — La densité des huiles se détermine soit par la méthode du flacon ou du flotteur (table 47), soit au densimètre ou à l'aréomètre thermique de Pinchon, soit le plus souvent au moyen de la balance de Mohr-Westphal, dont le flotteur pèse 10 grammes et a le volume de 5 cc.

On doit en tous cas prendre note de la température de l'huile et ramener la densité à 15° d'après la formule

$$D = d + 0{,}00064\ (t^{0} - 15).$$

Le coefficient 0,00064 est la moyenne de ceux qui correspondent aux diverses huiles, comme le montre la table 321.

(320) *Tableau des huiles commerciales.*

	Densité à 15° (eau à + 4°).	Solidification des acides gras.	Hübl.	Échauffement sulfurique.
Abricots	9185	liq.	100	46
Amandes douces	9183	5	99	53
Arachides	917—921	31	98	44
Baleine	926—931	liq.	81	75
Cachalot	875—884	liq.	84	
Cameline	925	liq.	133	56
Chènevis	925	19	127	98
Colza	9142	18	100	50
Coton	923—928	35	109	55
Faîne	9205	17	104	65
Foie de morue	923—930		125	90
Lin	932—935	21	156	133
Moutarde	918	15	96	44
Navette	9151	17	103	57
Noisette	917	22	88	38
Noix	926	16	140	101
Noyaux d'olives	921		82	
Olives	916	24	83	42
Pavot œillette	924—925	16,5	131	86
Phoque	915 - 930		91	
Ricin	965	3	83	47
Sésame	921—923	23	105	68

(321) *Coefficients pour la dilatation des huiles.*

Olives	0,000640	Abricots	0,000696
Amandes douces	0,000695	Colza	0,000687
Sésame	0,000624	Ricin	0,000653
Arachides	0,000655	Lin	0,000649
Coton	0,000629	Œillette	0,000685
Noisette	0,000620	Chènevis	0,000626

(322) *Densité de quelques autres huiles commerciales.*

Acajou	9160	Maïs	9125
Aleurites moluccana	923	Marron d'Inde	923
Anda (Brésil)	927	Morse	925
Aouara	957	Niger	924—927
Argémone	919	Noix du Brésil	9185
Ben	912	Noyaux de cerises	9184
Bancoul à froid	923	Pavot cornu	9135
— à chaud	913	Pêcher	923
Canari	919	Pépins de raisins	956—920
Coloquinte	920	— de pommes	9134
Cresson alénois	924	Pieds de cheval	913—916
Croton	940—955	Pieds de mouton	914—917
Curcas	915	Pignon d'Inde	915—919
Dauphin	918	Pin	931
Epicea	925	Raifort	9175
Epurge	926	Ravenelle	9175
Foie de raie	928	Ravison	920
Foie de merlan	927	Rorqual	915
Fusain	937	Rorqual à rostre	905
Graine de concombre	923	Rutabaga	919
Hickory	9245	Sapin	929
Julienne	928	Spermaceti liquide	910
Korung	945	Thé	914
Lallemantia iberica	930—933	Tournesol	926
Lentisque	931	Oléine neutre	9145
Madia	928—935	Acide oléique de distillation	891—897
Marsouin	926	Acide oléique de saponification	9025
Menhaden	932		

Ces chiffres varient un peu, suivant que les huiles sont obtenues à froid ou à chaud, et épurées ou non.

Pour les graisses solides, la détermination se fait d'ordinaire au densimètre à la température du bain-marie : les indications de cet instrument n'ont plus alors qu'une valeur relative.

Solubilité dans l'alcool. — L'huile de ricin se mélange en toutes proportions; les huiles de croton et de noyaux d'olives se dissolvent abondamment.

Les autres huiles sont peu solubles dans l'alcool. Il en est de même des graisses solides, sauf l'huile de coco.

Spectres d'absorption. — On observe les bandes de la chlorophylle avec l'huile d'olive (très prononcé, voyez table **406**, courbe 43), moins avec celles de noix, de chènevis, de lin, d'œillette, et légèrement avec celle de sésame.

Les huiles de coton, d'arachide et d'œillette donnent des bandes dans le bleu et le violet.

Pouvoir rotatoire — La plupart des huiles ont une légère action sur la lumière polarisée : au tube de 20 centimètres de long et au polarimètre de Laurent, lumière du sodium, les plus actives sont (en degrés saccharimétriques) :

Huile de sésame...	+ 3 à 9	Huile de ricin......	+43
— navette...	+10	— croton....	+46
— moutarde.	+ 3	— cameline..	— 2,3

Comme huiles légèrement lévogyres, citons celles d'abricots, d'arachides, de lin, d'amandes, de ravison, de colza, de coton.

Point de solidification des acides gras. — Celui des huiles est beaucoup moins régulier.

On opère comme il est dit table **316** pour l'essai des suifs.

Si les acides surnageants restent liquides, on siphonne la couche aqueuse inférieure en inclinant la capsule pour enlever le plus d'eau possible et on filtre les acides à chaud.

Acidité. — Dans un ballon on agite 10 grammes de corps gras pesé liquide, avec 30 à 40 cc. d'alcool à 90 pour 100, et on titre à la potasse normale-décime en présence de phtaléine du phénol.

On compte par centimètre cube employé 0,282 grammes d'acide oléique par 100 grammes d'huile. On calcule aussi quelquefois en potasse KHO par 100 grammes d'huile.

On exprime aussi l'acidité en *chiffres de Bürstynn*, qui est le nombre de cent. cubes de potasse normale pour 100 cc. d'huile.

Pour les huiles de colza destinées à l'éclairage et les huiles d'olive alimentaires, on admet comme limite du chiffre de Bürstynn 7 cc.

Voici quelques données, en milligrammes de potasse par gramme de graisse :

Cire de myrica......	3	Huile de palme.....	12
— du Japon.......	20	— de palmiste...	3—13
Beurre de cacao.....	1—2,3		

Nombre de saponification. — Dans un litre d'alcool on dissout 30 à 40 grammes de potasse caustique, ou plutôt on verse en agitant, dans un litre d'alcool très concentré et rectifié, 75 cc. de lessive de potasse à 45° Baumé, ou 90 cc. de lessive à 36° Baumé : on laisse déposer et on filtre dans un flacon à col droit bouché au caoutchouc. Il est inutile de préparer plus de solution alcaline qu'il n'en faut pour la série d'essais, car elle ne se garde pas bien. D'autre part, il faut de l'acide chlorhydrique exactement demi-normal (table 254).

Dans un ballon de 125 cc. on pèse exactement de 3 à 5 grammes de graisse et on ajoute 25 à 50 cc. de potasse alcoolique; de plus on prépare un ballon témoin renfermant de la potasse seule, un volume égal. On fait chauffer toute la série en même temps au bain-marie jusqu'à limpidité complète, puis encore un quart d'heure, en couvrant les orifices des ballons avec de petits verres de montre. On ajoute ensuite 2 à 3 gouttes de phtaléine du phénol à chaque ballon et on titre le contenu à l'acide chlorhydrique. La différence entre le ballon témoin et celui à la graisse est calculée en potasse; les volumes de lessive alcaline étant égaux, la différence est la potasse employée par le corps gras: pour 1 cc. d'acide, on compte 0,02805 grammes de KHO; on ramène par le calcul à 1 gramme de graisse et on a le nombre de milligrammes de potasse KHO consommé par 1 gramme de graisse, qui est appelé couramment *chiffre de Kœttstorfer*.

En retranchant du chiffre de Kœttstorfer le nombre de milligrammes de potasse employé à saturer l'acidité de 1 gramme de graisse, on a le *chiffre d'éther*, employé quelquefois.

Voici les chiffres de Kœttstorfer correspondant aux acides gras et à leurs dérivés triglycériques :

Acide butyrique.......	636,3	Butyrine.............	556,0
— caproïque.......	482,8	Caproïne.............	437.8
— caprique........	325,0	Caprine..............	304,3
— laurique........	280,0	Laurine..............	263,2
— linoléique.......	200,0	Linoléine............	191.2
— margarique......	207,4	Margarine...........	199,0
— myristique.......	245,5	Myristine............	232,6
— oléique.........	198.6	Oléine...............	190,0
— palmitique......	218,7	Palmitine............	208,4
— ricinoléique.....	188,0	Ricinoléine..........	180,2
— stéarique........	197,1	Stéarine.............	188,7

Les huiles donnent de 190 à 200; citons comme exceptions :

Huile de colza.....	177—178	Huile de foie de morue brune..	180—200
— curcas ...	230—231	— navette....	177—178
— Lallemantia iberica.	184—185	— ravison....	176—176
— ravenelle..	177—178	— ricin......	201—203
— cachalot...	132	— phoque....	180—195
— foie de morue médicinale...	175—180	— rabette....	177—179

Acides volatils. — On pèse dans une petite capsule 5 grammes de graisse purifiée par filtration et dessiccation, et on verse dessus 50 cc. d'un mélange de 15 cc. de lessive de potasse à 45° Baumé et 300 cc. d'alcool à 75 pour 100; on chauffe au bain-marie jusqu'à siccité; on fait passer le savon dans un ballon à distiller et on lave la capsule avec 100 cc. d'eau bouillante, qu'on décante dans le ballon. Après dissolution du savon dans cette eau, on ajoute 40 cc. de solution à 10 pour 100 d'acide phosphorique et quelques fragments de pierre ponce, puis on distille de manière à recueillir exactement 110 cc. de produit en 35 à 40 minutes. On filtre en recueillant 100 cc. qu'on titre à la potasse normale-décime en présence de phtaléine du phénol. Le nombre de centimètres cubes consommé, augmenté d'un dixième, est appelé *chiffre de Reichert-Meissl* et doit être déterminé en suivant exactement les prescriptions précédentes; il est bon également de faire une fois pour toutes un essai à blanc, car les impuretés de l'alcool et l'acide carbonique ont une influence sur les résultats et cette correction peut être déterminée une fois pour toutes.

La plupart des huiles ne consomment que peu de potasse, ne renfermant que des traces d'acides volatils : leur chiffre varie de 0,5 à 3 : l'huile de ricin donne 4,0; celle de coco, 7 à 6; celle de palmiste, 3 à 4 : les huiles de poisson, de 4 à 25, car elles renferment de l'acide valérique.

Acides insolubles. — Le poids des acides gras insolubles dans l'eau, fourni par 100 parties de graisse, est aussi appelé *chiffre de Hehner* : nous décrirons ici le procédé modifié par Dalican.

Dans une capsule de porcelaine, on pèse exactement 10 grammes de graisse purifiée : on chauffe au bain-marie et on verse dessus un mélange fait d'avance de 80 cc. d'alcool à 80 pour 100 et de 6 grammes de soude caustique dissoute dans 6 à 8 cc. d'eau. On agite et on laisse une demi-heure : la saponification doit alors être complète, et l'addition de quelques gouttes d'eau ne doit pas déterminer de trouble. On évapore à sec et sur le savon on verse 100 cc. d'eau bouillante; on laisse dissoudre sans agiter, on transvase dans un vase conique d'un demi-litre, on lave la capsule à l'eau bouillante qu'on réunit au savon

et on décompose celui-ci par un mélange, ajouté en trois ou quatre fois, de 20 grammes d'acide chlorhydrique et 80 cc. d'eau, en agitant circulairement. On maintient au bain-marie jusqu'à ce que les acides gras surnagent huileux et que l'eau soit claire. On laisse refroidir, on décante l'eau sur un filtre épais et uni, après avoir percé la croûte d'acide gras. On remplit de nouveau d'eau bouillante en deux fois et en agitant circulairement; on laisse au bain-marie une demi-heure et on laisse refroidir. On filtre comme avant : on continue ces lavages jusqu'à ce qu'un papier de tournesol ne rougisse plus après un quart d'heure de séjour dans la dernière eau de lavage. On laisse sécher le filtre et égoutter les acides; on dissout ceux-ci dans un peu d'éther qu'on fait passer sur le filtre et qu'on reçoit dans une capsule tarée, on sèche à 110° et on pèse.

La table suivante donne le rendement des glycérides en acide et en glycérine, pour 100 parties :

	Poids moléculaire.		Rendement °/₀.	
	Acide.	Glycér.	Acide.	Glycérine.
Acide stéarique........	284	890	95,73	10,34
— oléique............	282	884	95,70	10,41
— margarique........	270	848	95,52	10,85
— palmitique.........	256	806	95,28	11,41
— myristique.........	228	722	94,47	12,74
— laurique............	200	638	94,04	14,42
— caprique...........	172	594	93,14	15,48
— caproïque..........	116	386	90,16	23,83
— butyrique..........	88	302	87,41	30,46

La plupart des huiles et graisses donnent de 94,5 à 96; les huiles de poisson donnent moins, et, suivant qu'on a séparé les parties solides et enrichi par conséquent la partie liquide en glycérides solubles et volatils, on obtient de 94 à 66 pour 100. Le baume donne de 85 à 88,5 pour 100 et l'huile de coco ou de noyaux de palme, 86 à 87.

En lavant à la benzine ou à l'éther de pétrole le savon desséché au bain-marie et divisé à l'aide d'un agitateur, puis évaporant ce dissolvant dans un vase taré, on a le poids de la matière non saponifiable, graisse minérale ou résine.

Chiffre d'acétyle. — Il est en rapport avec les acides hydroxylés de la série ricinoléique ou oxylinoléique.

On isole d'abord les acides gras comme pour prendre leur point de fusion : on fait bouillir pendant 2 heures 25 grammes de ces acides avec 20 grammes d'anhydride acétique, on ajoute ensuite 1/2 litre

d'eau et quelques fragments de pierre ponce et on fait bouillir 10 minutes, puis on siphonne l'eau en la remplaçant par de nouvelle eau chaude, jusqu'à ce que celle-ci ne soit plus acide au tournesol. On récolte les acides ainsi acétylés, on détermine l'acidité sur 4 à 5 grammes dissous dans l'alcool, au moyen de potasse alcoolique titrée en présence de phtaléine du phénol, et d'autre part sur 3 à 4 grammes on détermine le chiffre de Kœttstorfer; on ramène les deux déterminations à 1 gramme d'acide : la différence entre les quantités de potasse consommées est le *chiffre d'acétyle.*

La détermination peut du reste se faire sur une seule prise d'essai, en saturant l'acidité, ajoutant un volume donné de potasse en excès, chauffant et titrant la potasse en excès avec les précautions indiquées plus haut.

Le chiffre d'acétyle est surtout commode avec les huiles de ricin, de poisson et les huiles siccatives oxydées. Les autres huiles donnent de 0 à 5; voici celles qui donnent plus de 5 :

Coton	16,6	Noyaux d'olive	22,5
Croton	8,5	Noyaux de pêche	6,4
Chènevis	7,5	Ricin	153,4
Lin	8,5	Colza	6,3
Amandes douces	5,8	Sésame	11,5
Pavot œillette	13,1	Pépins de raisin	144
Noix	7,6	Beurre de vache	9

Indice d'iode ou chiffre de Hübl. — C'est la quantité d'iode fixée par les acides non saturés de 100 parties de graisse. Voici sa valeur pour les acides gras purs :

Acide hypogéique	100,00	Acide linoléique	181,43
— oléique	90,07	— linolénique	274,10
— érucique	75,15	— ricinoléique	85,21

Pour déterminer ce nombre, dans un vase conique de 180 cc. bouché à l'émeri on pèse au milligramme près 0,3 à 0,4 gr. pour les huiles siccatives, 0,4 à 0,5 gr. pour les autres, et on ajoute 10 cc. de chloroforme pur mesuré exactement; pour les acides gras il est inutile d'ajouter de ce dernier, ils sont solubles dans l'alcool.

Les solutions titrées sont : de l'iode à 5 pour 100 dans l'alcool à 95 pour 100; du bichlorure de mercure à 6 pour 100 dans l'alcool de même titre; enfin de l'hyposulfite normal-décime (table **255**) et de l'empois d'amidon à 2 pour 100.

On prépare en outre un ballon semblable contenant également, s'il y a lieu, du chloroforme pour l'essai à blanc.

On introduit alors dans chaque vase 20 cc. d'iode et 20 cc. de bichlorure et on laisse réagir 3 heures à la température ordinaire; le mélange doit rester fortement brun, il doit y avoir au moins 30 pour 100 d'iode en excès.

Dans chaque vase on ajoute ensuite 20 cc. de solution à 10 pour 100 d'iodure de potassium dans l'eau, et on titre l'iode en excès par l'hyposulfite, en s'aidant à la fin de quelques gouttes d'amidon, et s'arrêtant à la décoloration.

La différence des volumes employés est calculée en iode à 0,0126 grammes par cc., et ramenée à 100 parties de graisse.

Le chiffre de Hübl est le même à 5 unités près environ pour les acides que celui des huiles dont ils dérivent.

Il est souvent avantageux de déterminer le chiffre de Hübl sur les acides gras liquides par le procédé Bockairy : On pèse 2 grammes d'acides gras, on dissout dans 25 cc. d'alcool à 95 pour 100 dans un vase conique, on chauffe au bain-marie et on précipite par 10 cc. d'une solution chaude saturée d'acétate de plomb dans l'alcool. On laisse digérer une heure à la température ordinaire, puis une heure dans une cuve d'eau à température constante de 15°. Les sels plombiques des acides solides sont précipités, entraînant un peu d'acides liquides; on filtre, on ajoute un peu d'acide nitrique et on remplit d'eau chaude : les acides liquides viennent surnager à l'état pur. On les rassemble avec un tube effilé et on en pèse 0,2 à 0,3 grammes dans le vase conique, pour en prendre le chiffre Hübl: inutile alors d'ajouter du chloroforme.

On peut ainsi déterminer facilement la proportion d'huile ou de margarine de coton dans l'huile d'olives ou le saindoux.

Outre les chiffres portés au tableau **320**, voici quelques valeurs pour les huiles moins communes :

Huile de tournesol	129	Huile de pépins de raisin	94
— Lallemantia iberica	162	— pieds de mouton ou de cheval.	70
— ravenelle	105	— dauphin	99
— maïs	119	— marsouin	77
— pignon d'Inde..	127	— menhaden	148
— thon	144		

Procédé Livache. — Il est basé sur l'augmentation de poids des huiles en présence de plomb divisé, et donne de bonnes indications sur la valeur des huiles siccatives.

On dissout un sel de plomb dans l'eau, on précipite le métal par le zinc, on lave le dépôt à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther, et on sèche dans le vide.

Sur un grand verre de montre, on étale 1 gramme environ de métal, on pèse exactement, on humecte de 0,5 grammes environ

d'huile, versée goutte à goutte avec un tube effilé de manière à espacer les gouttes; on pèse : par différence on a le poids de l'huile. On laisse à l'air libre en lieu bien éclairé, en pesant tous les jours pendant trois jours, puis le cinquième et le septième jour, jusqu'à poids constant.

On observe, par exemple, au bout de deux jours :

Huile de lin	14,3 %
— noix	7,9
— pavot	6,8
— coton	5,9
— faîne	4,3

Les huiles suivantes n'ont rien donné pendant les deux premiers jours ; le septième on a eu :

Huile de colza	2,9 %
— sésame	2,4
— arachides	1,8
— navette	2,9
— olive	1,7

Une huile de lin est d'autant meilleure que l'absorption est plus rapide et plus vite complète.

Échauffement sulfurique. — Il donne des indications utiles, à la condition d'être toujours pratiqué dans des conditions identiques de concentration d'acide, de forme de vase, de manière d'agiter : nous opérons avec l'acide de densité 1,842 et dans des verres à pied de 125 cc. triés, de poids et de forme de fond identiques autant que possible ; le thermomètre a une boule sphérique et marque de 0 à 120°. Pour les huiles siccatives, une échelle plus longue devient nécessaire ; les parois de la boule doivent avoir une épaisseur suffisante pour en permettre l'emploi comme agitateur.

Dans le verre on pèse 20 grammes d'huile ; on y plonge le thermomètre suspendu à une potence, la boule au milieu de l'huile : on note le degré, puis avec une pipette spéciale on fait couler 20 grammes d'acide sulfurique. Par une agitation circulaire on mélange les couches et on suit le thermomètre ; on note le degré maximum obtenu : en retranchant la température primitive, on a le degré d'échauffement.

Les nombres de la table 323 ont été obtenus avec l'acide commercial de densité 1,835 : ils sont plus faibles que les nôtres ; du reste,

chaque observateur doit se faire sa table dans les conditions qu'il adoptera.

Coloration sulfurique. — Dans un verre de montre on verse 1 cc. d'huile, et on laisse tomber au milieu une goutte d'acide sulfurique concentré ; on observe la couleur des stries formées d'abord et qui passent rapidement au brun.

Jaune plus ou moins verdâtre : olives, œillettes, amandes, arachides, noisette, ricin ;

Vermillonné : colza, navette, lin, sésame, cameline, faîne, poisson, abricot ;

Jaune-brun : noix, coton ;

Vert-émeraude : chènevis ;

Violet pur : foie de morue ; bleuâtre : moutarde.

Acide sulfonitrique, réactif Behrens. — On mélange parties égales d'acide sulfurique de densité 1,84 et d'acide nitrique à 40° Baumé, en refroidissant. Dans un tube à essais on mélange volumes égaux de réactif et d'huile sans agiter et avec précaution.

L'huile de sésame donne une coloration vert-pré, passant rapidement au rouge et au brun, très sensible.

Les autres colorations sont moins sensibles et passent assez vite au brun noir :

Jaune clair : olives, abricot ;

Verdâtre : moutarde, colza, navette ;

Vermillonné : noix, noisette, faîne ;

Rose sale : œillette, amandes, ricin.

Acide nitrique et mercure. — Dans un verre à pied on pèse 10 grammes d'huile, et avec une pipette spéciale on fait couler 5 grammes d'acide nitrique à 40° Baumé ; on mélange avec une baguette et on plonge dans une cuve d'eau à courant et température constants ; on note la couleur de l'huile surnageante.

Les huiles d'amandes et de noisettes restent incolores ; l'huile d'olives prend une couleur vert-pomme caractéristique passant au jaune ocre ; les autres huiles deviennent brun plus ou moins foncé et rougeâtre.

On ajoute alors, au moyen d'une pipette spéciale, 1 gramme de mercure, on laisse dissoudre, toujours dans la cuve ; puis on agite vivement pendant 1 minute, on remet dans la cuve, et au bout de 20 minutes on agite de nouveau 1/2 minute. Après 40 minutes en tout, on vérifie la consistance du culot toutes les cinq minutes, puis tous les quarts d'heure. S'il s'agit d'huiles d'olive, au bout de 45 à 60 minutes le culot se détache d'une pièce et a une couleur verdâtre. Les autres huiles mettent plus de temps à se solidifier : la noisette est incolore ; l'arachide et le coton, oranges ; la solidification est incomplète avec coloration jaune plus ou moins orangée pour les autres.

Les huiles de chènevis, de pavot œillette et de ricin, l'acide oléique, ne se solidifient pas.

Réactions spéciales. — L'huile d'olive donne avec la soude caustique un savon dur et jaunâtre; le lin, le chènevis et les poissons donnent des savons bruns.

Avec la litharge, on a un emplâtre solide; avec les huiles de navette, d'amandes et de sésame, un emplâtre mou.

Les huiles de poisson se colorent en noir par le chlore.

Les huiles de crucifères et de sésame du Kurrachee, contenant du soufre, saponifiées par la potasse, donnent un sulfure caractérisé par un sel d'argent ou par le nitroprussiate.

Pour l'huile d'arachides, on mélange 13 cc. d'eau avec 100 cc. d'alcool à 95 pour 100, puis on y dissout 11 grammes de potasse caustique. Dans un vase conique on mélange 20 cc. d'huile et 40 cc. du réactif ci-dessus, on saponifie au bain-marie jusqu'à limpidité, et on porte dans une cuve d'eau courante à 12-15°. En présence d'huiles d'arachides, il se dépose des cristaux d'arachidate de potasse dont l'acide, séparé et cristallisé dans l'alcool à 70 pour 100, fond à 72°. L'huile de coton donne aussi un dépôt cristallisé.

L'huile de sésame donne une belle coloration rouge-cerise quand on la chauffe légèrement avec la moitié de son volume d'acide chlorhydrique pur et une pincée de sucre. Cette réaction est plus nette en opérant sur les acides gras extraits de l'huile.

L'huile de coton, et mieux les acides gras qu'elle fournit, réduisent à chaud le nitrate d'argent alcoolique : on prend 5 cc. d'huile, 25 cc. d'alcool à 98 pour 100 et 5 cc. d'une solution à 1 pour 100 de nitrate dans l'alcool absolu pur. Agitée avec son volume d'acétate de plomb et de l'ammoniaque, elle développe une coloration orangée : cette réaction lui est commune, à un moindre degré, avec les huiles de sésame, d'abricot, d'amandes douces; l'huile de moutarde fournit une coloration brun-chocolat.

La *consistance* des huiles de graissage se détermine en pesant ou mesurant une quantité déterminée d'huile, l'introduisant dans un tube effilé et mesurant le temps qu'elle met à s'écouler. Si l'huile est trop épaisse ou solide, on chauffe le tube dans un bain d'eau ou de vapeur à température fixe (acétone, alcool, eau, etc.). On compare avec le temps que nécessite l'écoulement d'une même quantité d'huile type: les consistances sont en rapport direct des temps employés à l'écoulement.

L'essai est le même pour les huiles hydrocarburées.

On vérifie la qualité d'une *huile tournante* en remplissant à moitié un verre de lessive de soude à 4° Baumé, et y versant successivement 10 gouttes d'huile; si celle-ci s'émulsionne de suite en donnant un mélange laiteux et parfaitement combiné, et si, après avoir fait passer le tout dans un autre verre, on n'observe point de globules huileux à la surface, l'huile est bien tournante.

(323) *Caractères principaux de quelques huiles pures* (Arnavon).

	Densité à 15°.	Chaleur par H^2SO^4 commercial.	Point de solid. des acides.	Densité des acides à 30°
Amandes douces	918,2	49°	12°	893,0
Aouara (astrocaryum vulgare)	916,5	35	31	890,8
Arachide	918	46	28	891,8
— décortiquée	919	46	28	891,8
Baobab (Madagascar)	919,5	47	29,5	895
Botha ou lentisque	920	45	29	891,9
Chanvre (chènevis)	923	74	8	898,4
Colza	915	49	18	888,5
Coton épuré	922,5	65	32	899
Faîne	920	59	14	892
Lin	935	104	19	910,2
Moutarde	918,5	53	11	892
Navette	917	56	17	891,5
Niger (Inde)	926	75	26	898
Noix	927,5	88	9	902
Noix de Bakoul (Indo-Chine)	927,5	91	11	901,5
Olive à bouche	916,5	37	19	888,6
— à fabrique	915,5	37,5	21	888,6
Pavot-œillette	925	74	17	897,5
Pulghère (Afrique)	920	52	27	891,7
Pulpe d'olives	920	37,5	20	891,8
Ravison (mer Noire)	921	56	6	891,9
Ressence d'olives	922	38,5	22	892,5
Ricin à fabrique	964	52		
Sésame à froid	923	58	22	898,4
— à chaud	924	58	22	898,4
— du Levant	926,5	58	22	899,2
Azyme (Madagascar)	915	»	46	
Castanha (Mozambique)	918,5	43	39	
Coco (Antilles)	925,5	18,5	29	898,6
Coprah (Afrique, Inde)	925	18	28	894,1
Illipé (Inde)	915,5	32,5	43	889
Maffourère (côte d'Afrique)	920,5	30	50	892
Palme	915,5	»	44	888,4
Palmiste (Guyane)	924	20	28	893,1
Rénéhala (Madagascar)	918,5	46	35	891,9
Suif végétal (Indo-Chine)	911,5	»	53	
Graisse de cheval	918,5	42	37	891,8
Saindoux	917	»	38	
Suif animal	918	»	46	
Acide oléique de suif		30	variable.	889

(324) *Bougies et acide stéarique.*

Recherche de la paraffine. — On chauffe à l'ébullition 200 à 300 cc. de lessive de potasse d'une densité de 1,15 et on ajoute 6 grammes de bougie à examiner. Après une demi-heure, on précipite par un léger excès de chlorure de calcium. Si on soupçonnait la présence d'une forte quantité de paraffine, on ajouterait à la lessive un peu de carbonate de potassium. On lave le savon calcaire à l'eau chaude, on le sèche à 100° et on le pèse. On prend la moitié ou le tiers de la masse qu'on pulvérise finement; puis on l'épuise dans un appareil de déplacement, analogue à celui de Gerber [1], au moyen de l'éther de pétrole, bouillant au-dessous de 100°. On distille ensuite celui-ci, et le résidu, pesé dans l'appareil même, représente la paraffine; on ramène son poids à la masse totale, puis à 100 parties de bougie.

Recherche de l'arsenic. — On fait brûler une bougie pendant une heure dans une allonge dont les parois sont humectées d'eau, en renouvelant cette eau lentement. Dans cette eau, additionnée des eaux de lavage de l'allonge, on recherche l'arsenic par l'appareil de Marsh.

Recherche du suif et de la glycérine. — On fait bouillir 50 cc. d'eau, on ajoute 5 grammes d'acide stéarique et 2 grammes de litharge finement pulvérisée, de telle sorte que cette dernière soit en excès, ce que l'on reconnaît à la couleur rosée du savon. Après refroidissement, on récolte celui-ci avec une spatule et on l'introduit dans un ballon qu'on peut fermer et agiter de temps en temps avec de l'éther. Après 3 heures, on filtre et on ajoute à l'éther de l'hydrogène sulfuré qui indique la presence de l'oléate de plomb soluble dans l'éther. D'un autre côté, le liquide aqueux, filtré pour enlever les dernières traces de savon plombique, ne doit pas noircir par l'hydrogène sulfuré; s'il se produit du sulfure de plomb, après l'avoir séparé par filtration, on évapore à sec au bain-marie; un résidu sirupeux indique probablement la glycérine. On vérifie sa nature en le chauffant avec un peu de bisulfate de potassium dans un tube : la glycérine, dans ce cas, produit de l'acroléine, reconnaissable à son odeur et à son action irritante sur les yeux. On condense les vapeurs dans un tube, et on vérifie si elles réduisent le nitrate d'argent ammoniacal. On peut également comparer les points de fusion de la matière de la bougie et celui des acides gras provenant de la saponification de la même matière, en opérant suivant la table 317.

1. *Bull. Soc. chim.*, t. XXIII, p. 342. L'appareil se trouve chez MM. Alvergniat. C'est un ballon soufflé, surmonté d'une allonge où l'on place le filtre, et qui est relié avec un réfrigérant ascendant

(325) *Essai des beurres.*

Eau. — On sèche 10 grammes de beurre dans une capsule de platine pendant 6 heures à 100°.

On incinère ensuite pour avoir le poids des cendres. On dose le chlorure de sodium dans ces cendres par le sulfocyanure.

On admet d'ordinaire 15 pour 100 comme limite de l'eau et 1/2 pour 100 de cendres.

Les beurres salés renferment en outre de 3 à 10 pour 100 de sel, suivant qu'ils sont demi-sel ou salés ; on ajoute quelquefois du sucre et du salpêtre.

Impuretés. — On traite 10 grammes de beurre par l'éther et on pèse le résidu séché, formé de caséine, lactose, etc. Les beurres mal préparés renferment jusqu'à 3 pour 100 de caséine.

En général, on considère un beurre renfermant moins de 80 pour 100 de matière grasse comme n'étant pas marchand.

Margarine. — Parmi les nombreux procédés pour la recherche de la margarine, nous recommandons de se limiter aux essais de Kœttstorfer et de Reichert-Meissl (page 372).

Le tableau ci-joint donne les constantes du beurre et des diverses graisses.

(326) *Constantes du beurre et des graisses animales.*

	Beurre.	Oléomarg.	Suifs.		Saindoux
			Bœuf.	Mouton.	
Densité à 100° (flacon).	0,8672	0,8598	0,860	0,860	0,8605
Point de fusion.......	31	var.	45	50	40,42
— de sol. des acides.	38-40	40 var.	43-4	46	37
Nombre Hehner......	85-89	95,6	95,65	95,5	95,8
— Kœttstorfer...	220-233	195	195.7	195,2	195,8
— Reichert-Meissl.	26-32	0,5-3	0,2	0,2	0
— Hübl.........	26-35	55	35.40	37	57,60

Pour le procédé Kœttstorfer, soit n le nombre trouvé, la proportion de margarine est donnée par la formule

$$227 - (2,85 \times n).$$

Et. pour le procédé Reichert-Meissl, soit n le nombre de centimètres cubes de potasse décime, la proportion de beurre est $3.5\,n$, et la proportion de margarine est donnée par différence.

Pour ces deux procédés, on préparera le beurre en le faisant fondre dans une capsule de porcelaine, décantant la couche de graisse sur un filtre chauffé dans une étuve avec un ballon qui recevra la graisse purifiée et sèche, dont on pèsera les quantités voulues.

On tirera d'utiles indications dans l'opposition des résultats fournis par les deux procédés indiqués.

Outre les variations saisonnières de composition du beurre qui

sont en rapport avec l'alimentation et le régime, nous devons ajouter que les rations exagérées de tourteaux introduisent dans le beurre des quantités notables de graisse, et que ces beurres se comportent comme des beurres fraudés ; mais le goût d'huile qu'ils manifestent suffit à les rendre non marchands.

Agents conservateurs. — On agite le beurre avec de l'eau tiède. et on laisse refroidir; dans cette eau, les réactifs habituels décèleront la présence de borax, de bicarbonate de sodium, d'acide salicylique.

Colorants. — Le beurre est agité avec de l'alcool faible tiède; celui-ci est décanté et évaporé. Le beurre pur ne cède rien.

Le rocou donne un résidu rouge-brun, qui bleuit par l'acide sulfurique.

Le curcuma donne un résidu rouge-brun, brun par l'acide chlorhydrique, brun foncé par les alcalis; la solution dans l'alcool ou la benzine est fluorescente.

Le safran donne un précipité orange par le sous-acétate de plomb.

La carotte devient verte par les alcalis.

Les dérivés nitrés et azoïques se reconnaissent à leurs réactions.

Le spectroscope donnera aussi d'utiles indications.

Le colorant le plus employé, et toléré, est une solution de rocou, quelquefois avec un peu de curcuma, dans l'huile de sésame.

Rancidité. — On donne comme limite le nombre de **Bürstynn** de 8.

(327) *Graisses solides et cires.*

	Densité à 15°.	Point de fusion.	Kœttstorfer.	Hübl.
Huile de palme.....	0,945	27–42	202	51
— de palmiste...	0,952	23–28	247	10–17
— de coco.......	0,925	20–28	257	9
Beurre de cacao.....	0,950	30–32°	192	34
— de muscade..	0,990	45–51		31
Suif végétal de Chine.	0,918	44		
Suif de Malabar.....	0,915	36°,5	192	
Beurre de Shea.....	0,953	28		
— d'Illipé......	0,917	25	192	
— de Dika......		30		31
— de Bicuhyba..		39	219	9,5
Margarine de coton..		40		90
Graisse d'os........	0,914	21	191	47
Graisse d'oie........		33	193	71
Cire d'abeilles.......	0,965	62	95	8–11
— de carnauba...	0,999	84	84	
— d'arbres..... ..	0,970	82	63	
— de myrica......	1,000	43	211	
— du Japon.......	0,977	51		
Blanc de baleine......	0,940	45	124	

Section IX. — Sucre et Fécule.

Voyez aussi table 124.

(328) *Densités des solutions de sucre de canne et de raisin donnant leur richesse en sucre de canne et de raisin* (POHL).

Densités. — Sucre de canne.	Densités. — Sucre de raisin.	Quantités °/₀.	Densités. — Sucre de canne.	Densités. — Sucre de raisin.	Quantités °/₀.
1,0080	1,0072	2	1,0616	1,0616	15
1,0201	1,0200	5	1,0704	1,0693	17
1,0281	1,0275	7	1,0838	1,083	20
1,0405	1,0406	10	1,0929	1,0909	22
1,0487	1,0480	12	1,1068	1,1021	25

(329) *Solubilité de la chaux dans les solutions sucrées.*

Sucre dans 100 p. eau.	Densité du sirop.	Densité après saturation par la chaux.	100 p. du résidu séché à 120° contiennent — Chaux.	100 p. du résidu séché à 120° contiennent — Sucre.
40	1,122	1,179	21	79
35	1,110	1,166	20,5	79,5
30	1,096	1,148	20,1	79,9
25	1,082	1,128	19,8	80,2
20	1,068	1,104	18,8	81,2
15	1,052	1,080	18,5	81,5
10	1,036	1,053	18.1	81,9
5	1,018	1,026	15,3	84,7

(330) *Preuve pour la richesse des sirops*

Sucre °/₀.	Eau °/₀.	Nom de la preuve.	Température d'ébullition du sirop sous la pression ordinaire de 0m,76.
93,75	4,25	Grand cassé.	128°.5
92,67	7,33	Petit cassé.	122
91	9	Grand soufflé.	121
89	11	Petit soufflé.	116
88	12	Crochet fort.	112
87	13	Crochet léger.	110,5
85	15	Filet.	109

(331) *Richesse en sucre des masses cuites (grains et sirop)* (Maumené).

Poids du litre.	Sirop de D = 1.400.	Sucre cristallisé.	Sucre total.	°/₀.
gr.	gr.	gr.	gr.	
1405	1334,75	70,25	1090,378	77,606
1410	1304,325	105,675	1102,562	78,197
1415	1273.50	141,50	1114,812	78,783
1420	1242,415	177,585	1127,155	79.376
1425	1211,25	213,75	1139.480	79,964
1430	1179,825	250.175	1151.885	80,549
1435	1148	287,0	1164,390	81,142
1440	1115,915	324,085	1176,955	81,735
1445	1083,75	361,25	1189,540	82,320
1450	1051,325	398,675	1202,177	82,907
1455	1018,50	436,50	1214,975	83,504
1460	985,415	474,585	1227,705	84,091
1465	952,250	512,755	1240,216	84,676
1470	918,825	551,175	1253,402	85,264
1475	885	590,000	1266,391	85,857
1480	850,915	629,085	1279.431	86.449
1485	816,75	668,25	1292.447	87,032
1490	782,325	707,675	1305 569	87,622
1495	747,5	747,5	1328,862	88,217
1500	712,415	787,585	1332.055	88,804
1505	677,25	827,75	1345,335	89,390
1510	641,825	868,175	1357.571	89,885
1515	606	909	1372,155	90,572
1520	569,915	950,085	1385,651	91,162
1525	533,75	991,25	1399,232	91,753
1530	497,325	1032,675	1412,756	92,337
1535	460.5	1074,45	1426,454	92.927
1540	423,415	1116,585	1440,182	93 519
1545	386,25	1153,75	1453,917	94.103
1550	348,825	1201,175	1467,959	94.696
1555	311	1244	1481,692	95,286
1560	272,915	1287,085	1495,658	95,876
1565	234,75	1330,25	1509,632	96,463
1570	196,325	1373,675	1523,706	97,050
1575	157.5	1417,5	1537,873	97,643
1580	118,415	1461,585	1552,077	98.232
1585	79,25	1505,75	1566.319	98,822
1590	39 825	1550,175	1580,609	99,409
1595	0	1595	1595	100,000

(332) *Dosage du sucre.*

1° Au moyen du poids spécifique.

Cette méthode n'est applicable qu'aux solutions de sucre pur. On détermine la densité au moyen du flacon à densité ou d'un aréomètre très fin ; en se reportant à la table des poids spécifiques des solutions du sucre (tables 124, 328) on trouve la teneur cherchée. Si on emploie le sucromètre, on lit directement la teneur en sucre ; il faut dans ce cas tenir compte de la température.

Pour les densimètres donnant le millième, la correction est de 0,2 environ par degré de température, additive au-dessus de 15 à 25°, soustractive de 10 à 15°.

2° Par la liqueur de Fehling.

Cette méthode repose sur ce fait que 5 molécules de sulfate de cuivre ($CuSO^4 + 5H^2O$), en solution tartrique alcaline, sont ramenés à l'état d'oxydule par 1 molécule de glucose ($C^6H^{12}O^6$). Le sucre de canne est sans action sur la liqueur de Fehling et doit être interverti ou ramené à l'état de glucose.

Les recherches de M. Soxhlet ont montré que la quantité d'oxyde de cuivre réduit varie un peu suivant l'état de dilution. Ainsi, en employant des solutions de sucre à 1 pour 100, 1 molécule de sucre réduit le nombre suivant de molécules d'oxyde de cuivre :

	Fehling pur.	Avec 4 volumes d'eau.	10 c. de Fehling pur	10 c. de Fehling dilué
Glucose anhydre..	5,26	5,06	0,0475	0,0500
Lévulose.........	5,07	4,86	0,0514	0,0536
Lactose.........	3,7	3,7	0,0647	0,0647
Lactose interverti.	4,9	4,7	0,0509	0,0536
Sucre interverti...	5,06	4,85	0,0500	0,0521
Maltose..........	3,04	3,21	0,0793	0,0747

Les solutions de liqueur de Fehling ou cupropotassique (table 333) doivent être conservées dans un lieu obscur, la lumière les altérant.

On prend 10 cc. de la liqueur normale, auxquels on ajoute 40 ou 50 cc. d'eau distillée, puis on chauffe à l'ébullition. Elle est propre à être employée, si pendant l'ébullition il ne se dépose pas de protoxyde de cuivre et si la liqueur reste claire. Dans tous les cas, il est utile d'ajouter avant l'ébullition, et afin d'être sûr que la liqueur ne précipitera pas, un peu de soude caustique. On vérifie chaque fois le titre, avec 0gr,0475 de sucre de canne pur qu'on dissout dans 10 cc. d'eau additionnée de 1 cc. d'acide chlorhydrique, et qu'on chauffe pendant quelque temps à 70° pour l'intervertir.

10 cc. de la solution de Fehling renferment 0,3465 de sulfate de

cuivre correspondant à 0,05 de glucose ou 0,0475 de sucre de canne (95 parties de sucre de canne donnent par l'interversion 100 parties de sucre interverti). Mais le titre peut varier.

La liqueur de M. Pasteur et celle de M. Boussingault (table 333) doivent être titrées par un essai spécial avec le sucre interverti.

La solution de glucose ou de sucre interverti doit être étendue de manière qu'elle ne renferme pas plus de 1/2 pour 100 de sucre. C'est cette solution que l'on laisse tomber goutte à goutte au moyen d'une burette dans les 10 cc. de liqueur cuivrique étendus de 2 ou 3 vol. d'eau et d'un peu de potasse, maintenus à l'ébullition jusqu'à ce que la couleur bleue ait entièrement disparu.

La solution de sucre doit être ajoutée très lentement, de manière que le liquide caustique ne soit pas sensiblement refroidi.

3° Par la fermentation.

D'après l'équation $C^6H^{12}O^6 = 2CO^2 + 2C^2H^6O$, 100 parties de glucose doivent donner 48,89 parties d'acide carbonique; cependant on n'en obtient jamais que 47, à cause des produits secondaires. On prend environ 3 grammes de sucre, on les dissout dans 4 parties d'eau ou 12 grammes et on ajoute un petit peu de levûre de bière, dans un petit appareil qui permet de doser l'acide carbonique dégagé, puis on dispose le tout dans un endroit modérément chaud, après l'avoir pesé. Quand le dégagement d'acide carbonique a cessé, ce qui exige plusieurs jours, on aspire de l'air à travers l'appareil et on pèse de nouveau. Le poids d'acide carbonique trouvé en grammes, multiplié par $\frac{100}{47}$, donne la quantité de glucose, d'où on déduit la quantité de sucre de canne correspondante.

Il est bon de vérifier, dans une opération conduite de la même façon, si la levûre ne dégage pas par elle-même de l'acide carbonique.

4° Méthodes optiques.

Elles sont fondées sur l'action des solutions de sucre sur la lumière polarisée, action analogue à celle d'une plaque de quartz, perpendiculaire à l'axe. Les degrés du polarimètre, du polaristrobomètre, de l'appareil à pénombres de Cornu, indiquent directement la rotation du plan de polarisation; ceux du saccharimètre de Soleil indiquent, en *centièmes de millimètre*, l'épaisseur de quartz qui équivaut par son action optique à la solution sucrée; ils indiquent directement la richesse des sucres si l'on en pèse une quantité convenable. Le saccharimètre de Laurent porte une division angulaire comme le polarimètre de Biot, et en outre une division saccharimétrique qui représente aussi des centièmes de millimètre de quartz. Dans ce dernier appareil on opère avec la lumière monochromatique jaune du sodium, l'emploi du jaune moyen dans l'appareil de Soleil amenant quelques incertitudes. En France on n'emploie guère que le polarimètre à pénombres, ou le saccharimètre de Soleil.

(333) ***Préparation de la liqueur*** **de FEHLING.**

1° Dissoudre 34gr,65 de sulfate de cuivre cristallisé et pur dans 200 cc. d'eau distillée.

2° Dissoudre 173 grammes de tartrate de sodium et de potassium dans 480 cc. de lessive de soude d'une densité de 1,14. On verse peu à peu la première solution dans la seconde, puis on étend le tout de manière à faire 1 litre (1000 cc.) à la température normale de 17,5.

On amène cette solution à être équivalente exactement à 0gr,05 de glucose ou de sucre interverti par 10 cc., et l'on se sert alors de la table suivante. Soit au contraire 1 titre de x en grammes de glucose pour 10 cc. de Fehling, n le nombre de centimètres cubes de liquide sucré employé pour 10 cc. de liqueur de Fehling. On a : grammes de sucre par litre $= \frac{x \times 1000}{n}$.

FORMULE DE M. VIOLETTE.

1° Faire dissoudre 260 grammes de sel de Seignette (tartrate double de potassium et de sodium) dans 200 grammes d'eau distillée, ajouter 500 grammes de lessive de soude à 24° Baumé.

2° Faire dissoudre 36gr,46 de sulfate de cuivre cristallisé dans 140 grammes d'eau.

3° Mêler les deux solutions en versant la seconde dans la première, agiter et compléter 1 litre à la température de 15°.

Cette solution se conserve longtemps dans de petits flacons d'une centaine de grammes bouchés à l'émeri et dont le bouchon est recouvert de paraffine, et qu'on place ensuite dans un endroit obscur.

10 cc. de la liqueur de Violette correspondent à 0gr,050 de saccharose (avant l'interversion) ou 0gr,05263 de glucose ou de sucre interverti.

FORMULE DE M. PASTEUR.

La liqueur de Fehling présente l'inconvénient de laisser déposer du cuivre métallique, sous l'influence de la lumière. M. Pasteur a indiqué une formule qui donne un liquide inaltérable à la lumière.

On fait dissoudre séparément :

130	grammes	de soude ;
105	—	d'acide tartrique ;
80	—	de potasse ;
40	—	de sulfate de cuivre cristallisé.

On mélange et on complète le volume de 1 litre.

FORMULE EMPLOYÉE PAR M. BOUSSINGAULT.

1° Sulfate de cuivre cristallisé.................... 40 grammes.
Dissoudre dans 200 centimètres cubes.

2° Tartrate neutre de potassium.................... 160 grammes.
Soude caustique sèche....... .... 130 —
Dissoudre dans 600 centimètres cubes d'eau ; mêler et compléter 1 litre, faire bouillir quelques minutes après la préparation.

Cette liqueur est inaltérable et ne dépose pas spontanément d'oxydule de cuivre.

En nous plaçant dans les conditions habituelles, de solutions renfermant de 0,5 à 0,1 pour 100 de sucre réducteur, les volumes de liquide sucré employés pour 10 cc. de liqueur de Fehling renferment, en grammes par litre :

Centimètres cubes.	Glucose et lévulose.	Diff.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.	Centimètres cubes.	Glucose et lévulose.	Diff.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.
10	5.000		6,350	7,500	26	1,923		2,442	2,884
11	4,546	454	5,773	6,818	27	1,852	71	2,354	2,778
12	4,167	379	5,292	6,250	28	1,786	66	2,268	2,679
13	3,846	321	4,884	5,770	29	1,724	62	2,189	2,586
14	3,571	275	4,536	5,357	30	1,667	57	2,117	2,500
15	3,334	237	4,233	5,000	31	1,613	54	2,049	2,419
16	3,125	209	3,969	4,687	32	1,563	50	1,984	2,344
17	2,941	184	3,744	4,412	33	1,515	48	1,924	2,272
18	2,778	163	3.528	4,167	34	1,471	44	1,868	2,206
19	2,632	146	3,342	3,947	35	1,429	42	1,814	2,143
20	2,500	132	3,175	3.750	36	1,389	40	1,764	2,083
21	2,381	119	3,024	3,571	37	1,351	38	1,717	2,027
22	2,273	108	2,886	3,409	38	1,316	35	1,671	1,973
23	2,174	99	2,761	3,261	39	1,282	34	1,628	1,923
24	2,083	91	2,643	3,125	40	1,250	32	1,588	1,875
25	2,000	83	2,540	3,000					

Pour avoir la valeur en maltose et lactose hydratées, ajouter 1/19e ou multiplier par 100/95.

(334) *Méthode pondérale de* SOXHLET.

Il importe d'opérer toujours dans les mêmes conditions : On mélange, par exemple, 60 cc. de liqueur de Fehling (qui n'a pas besoin d'être titrée, et peut se préparer au moment même par le mélange du tartrate et du cuivre) et 60 cc. d'eau. On fait bouillir, on ajoute d'un coup 25 cc. de solution renfermant *au plus* 1 pour 100 de sucre, et, après deux minutes d'ébullition, on filtre dans un entonnoir spécial de la forme des anciens tubes à chlorure de calcium, de 12 centimètres de long et 13 millimètres de diamètre, dont la boule est à moitié remplie de fibres d'amiante pas trop molles et rangées aussi transversalement que possible ; le tube est lavé à l'eau bouillante, séché et pesé. On filtre le liquide bouillant, on lave à l'eau bouillante, à l'alcool, à l'alcool absolu, à l'éther. On ajuste le tube sur un appareil à hydrogène, et, quand l'éther est chassé, on chauffe doucement la partie qui renferme l'oxyde de cuivre ; on laisse refroidir, on déplace l'hydrogène par l'air et on pèse. On calcule en s'aidant de la table suivante :

Cu.	Glucose.	Cu.	Glucose.	Cu.	Glucose.
10 mgr.	6,1 mgr.	50 mgr.	25,9 mgr.	300 mgr.	156,5 mgr.
20	11	100	50,9	400	212,9
30	16	200	102,6	463	249,9

(335) *Usage du saccharimètre* SOLEIL.

On dissout 16gr,35 de sucre dans environ 60 centimètres d'eau, on décolore, s'il y a lieu, par l'addition de 2 ou 3 centimètres cubes de sous-acétate de plomb (voy. sa préparation, t. 340), on étend à 100 centimètres cubes, et si le liquide est trouble, on le filtre. On en remplit un tube de 20 centimètres, et on ramène la teinte primitive. S'il n'y a que de la saccharose et des substances inactives, le nombre lu sur la graduation indique la quantité de sucre cristallisé dans 100 parties de la matière primitive.

Si d'autres sucres sont en présence, il faut pratiquer l'interversion. Le liquide primitif (50 cc.) sans sous-acétate de plomb est additionné de 5 cc. d'acide chlorhydrique pur et fumant. On chauffe le tout à 68° au bain-marie, on laisse refroidir et on en remplit un tube de 22 centimètres de long ; si on n'en a que de 20 centimètres, il faut multiplier le résultat par $\frac{11}{10}$ à cause de l'acide ajouté. Ensuite on emploie les tables de Clerget (table 337).

Si la liqueur renferme des alcalis ou des carbonates alcalins, ceux-ci diminuent le pouvoir rotatoire du sucre.

Les nombres suivants indiquent la quantité de sucre dissimulée par 1 partie de matière minérale :

	Solution renfermant		
	De 20 à 25 p. 100 de sucre.	10 p. 100 de sucre.	5 p. 100 de sucre.
1 p. de soude..................	1,319 à 1,414	0,907	0,450
1 p. de potasse.................	0,915	0,650	0,426
1 p. de carbonate de sodium.....	0,254	0.093	»
1 p. de carbonate de potassium...	0,185	0,143	»

Si on sursature par de l'acide carbonique, il se forme des bicarbonates alcalins, et le sucre reprend en entier son pouvoir rotatoire.

Nota. Les nombres obtenus avec les tables de Clerget et la pesée de 16gr,35 sont un peu forts, la quantité de sucre équivalant à 1 millimètre de quartz étant voisine de 16gr 2 dans les circonstances de l'opération (A. Girard et de Luynes).

(336) *Dosage du glucose dans les urines.*

Le dosage par la liqueur de Fehling s'effectue comme d'habitude, seulement il faut étendre l'urine de telle sorte, qu'elle renferme 1/2 pour 100 de sucre et ajouter une plus grande quantité de potasse à la liqueur cuivrique.

On opère avec le saccharimètre Soleil ou l'appareil Laurent. On décolore par 1/10 d'acétate de plomb et l'on se sert du tube de 22 centimètres. Le nombre de degrés saccharimétriques multiplié par 2,06 donne la quantité de glucose en grammes par litre.

(337) *Table de Clerget pour corriger les indications du saccharimètre de Soleil dans l'essai des liquides sucrés.*

10° C	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C.	15° C	20° C.	N.	N'.
1,39	1,37	1,34	1	1,64	36,17	35,53	34,85	26	42,51
2,78	2,73	2,68	2	3,27	37,57	36,90	36,19	27	44,15
4,16	4,10	4,02	3	4,91	38,94	38,25	37,53	28	45,78
5,56	5,46	5,36	4	6,54	40,34	39,60	38,87	29	47,42
6,95	6,83	6,70	5	8,17	41,74	40,97	40,21	30	49,05
8,35	8,19	8,04	6	9,81	43,12	42,33	41,55	31	50,69
9,74	9,56	9,38	7	11,44	44,51	43,70	42,89	32	52,33
11,13	10,93	10,72	8	13,08	45,90	45,07	44,23	33	53,97
12,52	12,29	12,06	9	14,71	47,20	46,43	45,57	34	55,60
13,91	13,66	13,41	10	16,35	48,68	47,80	46,91	35	57,24
15,30	15,03	14,75	11	17,99	50,08	49,16	48,25	36	58,87
16,69	16,40	16,09	12	19,62	51,47	50,53	49,59	37	60,50
18,08	17,77	17,43	13	21,26	52,86	51,90	50,93	38	62,14
19,47	19,14	18,77	14	22,89	54,25	53,26	52,27	39	63,77
20,86	20,51	20,11	15	24,52	55,64	54,63	53,63	40	65,40
22,26	21,88	21,45	16	26,16	57,03	55,99	54,96	41	67,03
23,65	23,25	22,79	17	27,79	58,42	57,36	56,30	42	68,67
25,04	24,62	21,13	18	39,43	59,81	58,73	57,64	43	70,31
26,43	25,90	25,47	19	31,06	61,20	60,09	58,98	44	71,95
27,82	27,31	26,81	20	32,70	62,59	61,46	60,32	45	73,58
29,21	28,68	28,15	21	34,34	63,99	62,82	61,66	46	75,22
30,60	30,05	29,49	22	35,98	65,38	64,19	63,00	47	76,85
31,99	31,42	30,33	23	37,61	66,77	65,56	64,34	48	78,48
33,38	32,79	32,16	24	39,25	68,17	66,92	65,68	49	80,12
34,77	34,16	33,51	25	40,88	69,57	68,29	67,03	50	81,75

10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C	15° C	20° C.	N.	N'.
70,95	69,66	68,37	51	83,38	126,6	124,3	122,0	91	148,7
72,34	71,02	69,71	52	85,01	128,0	125,6	123,3	92	150,4
73,73	72,39	71,05	53	86,65	129,4	127,0	124,7	93	152,1
75,12	73,76	72,40	54	88,29	130,8	128,4	126,0	94	153,7
76,51	75,12	73,74	55	89,93	132,2	129,7	127,4	95	155,3
77,90	76,49	75,08	56	91,56	133,6	131,1	128,7	96	156,9
79,29	77,85	76,42	57	93,20	134,9	132,5	130,0	97	158,6
80,68	79,22	77,76	58	94,83	136,3	133,8	131,4	98	160,2
82,07	80,59	79,10	59	96,46	137,7	135,2	132,7	99	161,9
83,46	81,94	80,43	60	98,10	139,1	136,6	134,0	100	163,5
84,86	83,31	81,78	61	99,73	140,5	137,9	135,4	101	165,1
86,25	83,68	84,12	62	101,4	141,9	139,3	136,7	102	166,8
87,64	86,05	84,46	63	103,0	143,3	140,7	138,1	103	168,4
89,02	87,43	85,80	64	104,6	144,7	142,0	139,4	104	170,0
90,41	88,80	87,14	65	106,3	146,0	143,4	140,8	105	171,7
91,81	90,16	88,48	66	107,9	147,4	144,8	142,1	106	173,3
93,20	91,54	89,82	67	109,5	148,8	146,1	143,4	107	174,9
94,59	92,90	91,16	68	111,2	150,2	147,5	144,8	108	176,6
96,00	94,25	92,50	69	112,8	151,6	148,8	146,1	109	178,2
97,38	95,60	93,83	70	114,4	153,0	150,2	147,4	110	179,8
98,77	96,96	95,17	71	116,1	154,4	151,6	148,8	111	181,5
100,2	98,33	96,51	72	117,7	155,8	153,0	150,1	112	183,1
101,6	99,70	97,85	73	119,3	157,2	154,4	151,5	113	184,7
102,9	101,1	99,19	74	121,0	158,6	155,7	152,8	114	186,4
104,3	102,4	100,5	75	122,6	160,0	157,0	154,2	115	188,0
105,7	103,8	101,9	76	124,2	161,3	158,4	155,4	116	189,7
107,1	105,2	103,2	77	125,9	162,7	159,8	156,8	117	191,3
108,5	106,5	104,5	78	127,5	164,1	161,2	158,2	118	192,9
109,9	107,9	105,9	79	129,1	165,5	162,5	159,5	119	194,6
111,3	109,3	107,2	80	130,8	166,0	163,9	160,8	120	196,2
112,7	110,9	108,6	81	132,4	168,3	165,3	162,2	121	197,8
114,1	112,0	109,9	82	134,1	169,7	166,6	163,5	122	199,5
115,5	113,3	111,3	83	135,7	171,1	168,0	164,9	123	201,1
116,9	114,7	112,6	84	137,3	172,5	169,4	166,2	124	202,7
118,2	116,1	113,9	85	139,0	173,9	170,7	167,6	125	204,4
119,6	117,4	115,3	86	140,6	175,3	172,1	168,9	126	206,0
121,0	118,8	116,6	87	142,2	176,6	173,5	170,2	127	207,6
122,4	120,2	118,0	88	143,9	178,0	174,8	171,6	128	209,3
123,8	121,5	119,3	89	145,5	179,4	176,2	172,9	129	210,9
125,2	122,9	120,6	90	147,1	180,8	177,5	174,2	130	212,6

(Dans le saccharimètre-soleil allemand de Ventzke ou de Scheibler, 1 division = 1,543 division française.)

Usage de ces tables.

Nombre lu sur l'échelle avant l'inversion (voy. table 303) = D
— — après l'inversion.............. = D'
Température.................................... = T

1° Les deux chiffres indiqués sur l'échelle du saccharimètre ont été lus à droite et à gauche du zéro; on prend la somme D + D' = A.

On cherche dans les colonnes se rapportant à la température actuelle 10°, 15° ou 20° les chiffres qui se rapprochent le plus de A.

En suivant la ligne horizontale, on trouve dans les colonnes indiquant la quantité de sucre le nombre N et le nombre N'.

Le sucre employé contient N pour 100 de sucre cristallisé ou un litre de la solution renferme N' grammes de sucre cristallisable.

2° La solution de sucre étant préparée comme dans le premier exemple, on a lu les chiffres exprimant la rotation avant et après l'inversion du même côté du zéro.

On prend D — D' = A, on cherche dans la colonne se rapportant à la température actuelle le chiffre qui se rapproche le plus de A et l'on opère comme ci-dessus.

On peut aussi remplacer les tables de Clerget par la formule approchée :

$$P \text{ (pouvoir rotatoire)} = \frac{200 \times A}{288 - T}; \quad P \times 1{,}635 = \text{sucre dans 1 litre.}$$

(338) *Usage du saccharimètre Laurent.*

On pèse 16gr,2 du sucre à essayer ; on les dissout de façon à faire 100 centimètres cubes. On emploie le tube de 20 centimètres et celui de 22 s'il a été besoin de traiter la solution par 1/10 de sous-acétate de plomb. La teneur du sucre en saccharose est donnée par la graduation même de l'instrument ; quant à la quantité de sucre par litre de solution, on l'obtient avec la table suivante :

Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.	Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.
—	—	—	—
	gr.		gr.
1	1,62	6	9,72
2	3,24	7	11,34
3	4,86	8	12,96
4	6,48	9	14,58
5	8,10		

S'il est nécessaire d'intervertir, on a, en appelant, comme dans la table 337, A la différence ou la somme des nombres lus sur l'échelle saccharimétrique :

$$P = \frac{200 \times A}{288 - T}; \quad P \times 1{,}62 = \text{sucre dans 1 litre.}$$

(339) *Table pour déterminer la richesse en sucre du jus de betteraves et autres liquides sucrés, au moyen du polarimètre ou de l'appareil* LAURENT (degrés d'arc). FRÈZE.

Degrés lus.	Degrés corrigés.	Quantités de sucre °/o rapportées au volume.	Poids spécifique de la solution.	Quantités de sucre °/o rapportées au poids.	Degrés lus.	Degrés corrigés.	Quantités de sucre °/o rapportées au volume.	Poids spécifique de la solution.	Quantités de sucre °/o rapportées au poids.
8	8,8	6,6	1,0255	6,44	16	17,60	13,20	1,0509	12,56
8,25	9,07	6,8	0263	6,63	16,25	17,87	13,40	0517	12,74
8,50	9,35	7,01	0271	6,83	16,50	18,15	13,61	0524	12,93
8,75	9,62	7,22	0279	7,02	16,75	18,42	13,82	0533	13,12
9	9,90	7,43	0287	7,22	17	18,70	14,03	0541	13,31
9,25	10,17	7,63	0295	7,41	17,25	18,97	14,23	0548	13,49
9,50	10,45	7,84	0303	7,61	17,50	19,25	14,44	0556	13,68
9,75	10,72	8,04	0311	7,80	17,75	19,52	14,64	0564	13,86
10	11,00	8,25	0319	7,99	18	19,80	14,85	0572	14,04
10,25	11,27	8,45	0326	8,18	18,25	20,07	15,05	0580	14,23
10,50	11,55	8,66	0335	8,38	18,50	20,35	15,26	0588	14,41
10,75	11,82	8,87	0343	8,58	18,75	20,62	15,47	0596	14,60
11	12,10	9,08	0351	8,77	19	20,90	15,68	0604	14,79
11,25	12,37	9,28	0358	8,96	19,25	21,17	15,88	0611	14,97
11,50	12,65	9,49	0366	9,15	19,50	21,45	16,09	0619	15,15
11,75	12,92	9,69	0374	9,34	19,75	21,72	16,29	0627	15,33
12	13,20	9,90	0382	9,54	20	22,00	16,50	0635	15,51
12,25	13,47	10,10	0390	9,72	20,25	22,27	16,70	0643	15,69
12,50	13,75	10,31	0398	9,92	20,50	22,55	16,91	0651	15,88
12,75	14,02	10,52	0406	10,11	20,75	22,82	17,12	0660	16,06
13	14,30	10,73	0414	10,30	21	23,10	17,33	0667	16,24
13,25	14,57	10,93	0422	10,49	21,25	23,37	17,53	0674	16,42
13,50	14,85	11,14	0431	10,68	21,50	23,65	17,74	0682	16,61
13,75	15,12	11,34	0438	10,86	21,75	23,92	17,94	0690	16,78
14	15,40	11,55	0445	11,06	22	24,20	18,15	0698	16,97
14,25	15,67	11,75	0453	11,24	22,25	24,47	18,35	0706	17,14
14,50	15,95	11,96	0461	11,43	22,50	24,75	18,56	0714	17,32
14,75	16,22	12,17	0469	11,62	22,75	25,02	18,77	0722	17,51
15	16,50	12,38	0477	11,82	23	25,30	18,98	0729	17,69
15,25	16,77	12,58	0485	11,99	23,25	25,57	19,18	0738	17,86
15,50	17,05	12,79	0493	12,19	23,50	25,85	19,39	0746	18,04
15,75	17,32	12,99	0501	12,37	23,75	26,12	19,59	1,0753	18,22

(340) *Emploi de la table précédente.*

100 centimètres cubes de jus sont additionnés de 10 centimètres cubes de sous-acétate de plomb[1] et filtrés. Supposons que la rotation imprimée au plan de polarisation par une colonne de 20 centimètres soit de 18°, la table donne pour le degré corrigé 19°,80 : c'est la déviation qu'on aurait obtenue en employant le tube de 22 centimètres ; 100 centimètres cubes de jus renferment 14^{gr},85 de sucre ou 100 grammes de jus en renferment 14^{gr},04.

(341) *Analyse optique des matières sucrées.*

Nous avons donné table 169 les pouvoirs rotatoires des différents sucres, d'après les déterminations les plus récentes.

En calculant la prise d'essai du sucre pour le saccharimètre, avec les formules indiquées, nous trouvons : 16^{gr},29 d'après Hesse, et 16^{gr},337 d'après Tollens. Ces nombres sont très voisins, et on peut admettre avec certitude 16^{gr},3 comme le chiffre exact de la prise d'essai.

M. Schmitz a calculé d'après la formule de Tollens les valeurs de c grammes dans 100 cc. de solution, et de p grammes dans 100 grammes de solution, d'après α, l'angle observé, pour un tube de 20 centimètres, et suivant les formules

$$c = 0{,}75063\ \alpha + 0{,}0000766\ \alpha^2,$$
$$p = 0{,}74730\ \alpha - 0{,}001723\ \alpha^2.$$

La première formule pour se remplacer par une formule approchée $c = 0{,}752\ a$. Les valeurs de p ne sont applicables qu'aux solutions de sucre pur ; si la solution renferme des matières dissoutes autres que le sucre, on prend sa densité d, on détermine c, et on calcule $p = \frac{c}{d}$.

La table suivante donne les valeurs de c et p d'après les formules précédentes ; les différences indiquées correspondent à 1/10e de degré ou 6'.

Elle s'écarte bien peu de la table précédente de Frèze. En effet, celle-ci correspond à un pouvoir rotatoire de 66°,67 pour la saccharose ; la formule de M. Schmitz équivaut à 66°,46, et de la formule approchée $c = 0{,}752\,\alpha$, nous pouvons calculer $[\alpha] = 66{,}49$. Or nous avons vu que M. Tollens, d'après ses dernières déterminations, a conclu que, pour c égal de 0 à 18 pour 100 de saccharose en solution, on pouvait considérer $[\alpha]$ comme constant et égal à 66°,5 ; la formule de Hesse donne également $[\alpha] = 66°{,}5$ de 10 à 16 pour 100.

1. On le prépare en dissolvant 50 grammes d'acétate de plomb neutre dans 900 grammes d'eau, et faisant digérer, pendant 10 heures, cette solution avec 50 grammes de litharge en poudre très fine et fraîchement calcinée.

α.	c.		p.		α.	c.		p	
°					°				
1	0,751		0,745		26	19,568		18,265	0,065
2	1,501		1,488	0,074	27	20,323		18,921	
3	2,253		2,226		28	21,078		19,573	
4	3,004		2,961		29	21,833		20,223	0,064
5	3,755		3,693	0,073	30	22,588		20,868	
6	4,507		4,422		31	23,343		21,510	
7	5,259		5,147		32	24,098		22,149	
8	6,010		5,868	0,072	33	24,853		22,784	0,063
9	6,762		6,586		34	25,611		23,416	
10	7,514		7,301		35	26,366		24,044	
11	8,266		8,011	0,071	36	27,122		24,670	0,062
12	9,019		8,719		37	27,878		25,291	
13	9,771	0,075	9,424		38	28,635	0,076	25,909	
14	10,529		10,124	0,070	39	29,392		26,523	0,061
15	11,277		10,821		40	30,148		27,134	
16	12,030		11,516		41	30,905		27,743	
17	12,783		12,206	0,069	42	31,662		28,347	0,060
18	13,536		12,893		43	32,420		28,948	
19	14,290		13,576		44	33,176		29,545	
20	15,044		14,257	0,068	45	33,933		30,139	0,059
21	15,797		14,933		46	34,691		30,729	
22	16,551		15,606		47	35,449		31,317	
23	17,306		16,277	0,067	48	36,207		31,900	
24	18,059		16,943		49	36,966		32,481	0,058
25	18,814		17,605		50	37,724		33,057	

Glucose. — La glucose anhydre donne dans les mêmes conditions :

$$c = 0{,}94727\ \alpha + 0{,}0004258\ \alpha^2, \text{ ou } c = 0{,}9434\ \alpha,$$
$$p = 0{,}94096\ \alpha + 0{,}0081909\ \alpha^2.$$

Les solutions récentes de glucose manifestent la birotation; il faut les faire bouillir pendant quelques minutes et les examiner après refroidissement

Lévulose.—Son pouvoir rotatoire est —100±0,07 *t*, *t* étant le nombre de degrés au-dessus ou au-dessous de 15°, diminue avec la température.

$c = 0{,}500\ \alpha$ à 15° augmente ou diminue dans le même sens que la température de 0,0035 par chaque degré en dessus ou en dessous de 15° ; à 20°, par exemple, $c = 0{,}518\ \alpha$, et à 25° $c = 0{,}535\ \alpha$.

Lactose. —Son pouvoir rotatoire étant de + 52°,53 ± 0,055 *t*, *t* étant le nombre de degrés au-dessus ou au-dessous de 20°, on peut admettre sans grande erreur $c = 0{,}957\ \alpha$ à 15°, 0,961 α à 20°.

Maltose. — La formule est environ $c = 0{,}357\ \alpha$.

Sucre interverti. — A 15°, $c = 2{,}134\ \alpha$.

Dextrines. — Les dextrines ont un pouvoir rotatoire variant de

$+$ 210 à $+$ 190°, soit environ $+$ 200; 10 cc. de liqueur de Fehling sont réduits par environ 0gr,4 de dextrine, mais cette réduction ne se manifeste qu'après un certain temps. Elles sont insolubles dans l'alcool concentré, ne dialysent ni ne fermentent.

Les mélanges de sucres peuvent s'analyser, en profitant de l'action qu'ils exercent sur la liqueur de Fehling et sur la lumière polarisée; on pratiquera au besoin l'interversion pour le sucre de cannes, et, s'aidant des tables de Clerget, on aura deux ou trois équations dont les inconnues sont faciles à résoudre algébriquement.

1° polarimétrique, raie D = 4°,615 saccharimétriques, jaune moyen.
1° saccharimétrique jaune moyen = 0°2167 polarimétrique, raie D
162 divisions Vivien = 100 divisions saccharimétriques.

(342) *Analyse commerciale officielle des sucres.*

La prise d'essai est de 16gr,19, d'après les déterminations de MM. A. Girard et de Luynes, qui ont trouvé pour le pouvoir rotatoire du sucre: $[\alpha]$ D = 67°,31 ou 67° 18′.

Les auteurs recommandent de peser 80gr,95 de sucre, qu'on dissout dans 160 cc. d'eau environ; on décante après repos sur un filtre en recevant le liquide dans un vase jaugé de 250 cc.; on lave quatre ou cinq fois le premier vase, on complète les 250 cc. avec les eaux de lavage et l'on agite pour rendre le liquide homogène.

1° On dose le sucre au polarimètre sur 50 cc. en ajoutant du sous-acétate de plomb et complétant 100 cc., filtrant et examinant le liquide filtré au tube de 20 centimètres.

On pratique l'interversion sur 50 cc., en ajoutant 5 cc. d'acide chlorhydrique pur et complétant 100 cc., puis chauffant 1/2 heure à 68°, laissant refroidir et examinant au tube de 20 centimètres.

Les sels existant dans la betterave n'influent presque pas sur le pouvoir rotatoire du sucre. Le pouvoir rotatoire de l'asparagine est annulé en ajoutant 10 pour 100 d'acide acétique. La chaux diminue beaucoup le titre du sucre; mais on la reconnaît en faisant passer dans la solution un courant d'acide carbonique; on peut la précipiter par l'oxalate d'ammonium, qui est optiquement sans action sur le sucre.

2° On dose le sucre réducteur, soit par la méthode habituelle, soit en faisant bouillir la solution de sucre, indiquée plus haut, avec un excès de liqueur de Fehling titrée; on ramène rapidement le tout à un volume déterminé, on filtre ou on laisse reposer, et sur la moitié du liquide on dose le cuivre en excès par une solution titrée de sulfure de sodium, en présence d'un excès d'ammoniaque, jusqu'à décoloration. Chaque centimètre cube de Fehling consommé = 0gr,005 de sucre réducteur.

M. Aimé Girard trouve préférable de faire bouillir la liqueur de Fehling et d'y faire couler un volume déterminé de solution sucrée, tel que le Fehling reste en excès; on filtre bouillant, on lave jusqu'à ce que l'eau filtrée ne soit plus alcaline, et on pèse à l'état de protoxyde, ou de cuivre métallique en réduisant par un courant d'hy-

drogène dans un creuset de Rose. Cu $\times$ 0,569 = sucre réducteur; on peut aussi redissoudre le protoxyde de cuivre dans de l'alun de fer additionné d'acide sulfurique, et titrer au permanganate le protoxyde de fer formé, en diluant avec de l'eau bouillie.

3° Dosage de l'eau par dessiccation à 110°, sur 1 ou 2 gr. de sucre.

4° Le résidu du dosage de l'eau est incinéré et fournit les cendres totales.

5° On introduit à l'aide d'une pipette spéciale 12cc,35 de solution sucrée, soit 4 grammes de sucre, dans une capsule de platine tarée, avec 1 cc. d'acide sulfurique. On évapore 2 heures à 130° et on calcine au moufle, puis on pèse le résidu salin qui constitue les cendres solubles sulfatées.

6° En retranchant de 100 les quatre premiers chiffres trouvés plus haut, le reste représente la matière organique indéterminée.

Calcul de l'analyse. — Du poids des cendres sulfatées on déduit 1/10e et on multiplie par 4, on déduit ce produit du titre saccharimétrique trouvé dans l'interversion; de la différence on déduit encore le poids du sucre réducteur multiplié par 2 et 1 1/2 pour 100 de frais de fabrication; le reste représente le rendement présumé au raffinage. M. Aimé Girard propose de multiplier par 4 les cendres corrigées, par 2 la glucose, et de retrancher du titre saccharimétrique les deux produits, plus 1,5 qui représente les déchets de fabrication.

D'après Dubrunfaut, le coefficient des cendres serait 3,73.

En Belgique on déduit du titre saccharimétrique le poids des cendres quintuplé et le poids du glucose.

Analyse aux 4/5. — Dans la méthode d'analyse dite aux 4/5 on évalue la matière organique indéterminée en admettant que son poids est égal aux 4/5 de celui des cendres; alors, en retranchant de 100 les quantités de l'eau, du glucose, des cendres et les 4/5 des cendres, la différence serait la saccharose. Cette méthode n'est pas exacte.

Le dosage des cendres d'après la méthode officielle indiquée plus haut nécessite une pipette spéciale.

On opère aussi de la manière suivante : On dose l'eau sur 5 grammes dans une capsule en platine; au résidu on ajoute 2 cc. d'acide sulfurique, on calcine au rouge sombre, on mouille le charbon et on laisse sécher à 100°, puis on termine l'incinération au moufle. Sur un autre essai on détermine la matière minérale insoluble, qu'on déduit des cendres sulfatées trouvées.

(343) *Richesse en amidon des pommes de terre.*

On détermine à l'aide d'une balance hydrostatique la densité des pommes de terre sur un échantillon moyen de 5 kilogrammes. Cette balance porte d'un côté deux paniers superposés, dont l'un, l'inférieur, plonge dans l'eau. On tare le système, on pèse dans le panier supérieur 5 kilogrammes de pommes de terre, puis on les fait passer dans le panier inférieur et on enlève des poids pour rétablir l'équilibre. En divisant 5 par le 2e poids, on a la densité des pommes de terre.

Densité.	Mat. sèche.	Amidon.	Densité.	Mat. sèche.	Amidon.	Densité.	Mat. sèche.	Amidon.
1080	19,7	13,9	1110	26,1	20,3	1140	32,5	26,7
82	20,1	14,3	12	26,5	20,7	42	33,0	27 2
84	20.5	14,7	14	26,9	21,1	44	33,4	27,6
86	20,9	15,1	16	27.4	21,6	46	33,8	28,0
88	21,4	15,6	18	27,8	22,2	48	34,3	28,5
1090	21,8	16,0	1120	28,3	22,5	1150	34 7	28,9
92	22,2	16,4	22	28,7	22,9	52	35,1	29,3
94	22,7	16,9	24	29,1	23,3	54	35,6	29,8
96	23,1	17,3	26	29,5	23,7	56	36,0	30,2
98	23,5	17,7	28	30,0	24,2	58	36,4	30,6
1100	24.0	18,2	1130	30,4	24,6			
02	24,4	18,6	32	30,8	25,0			
04	24,8	19,0	34	31,3	25,5			
06	25,2	19,4	36	31,7	25,9			
08	25,7	19,9	38	32,1	26,3			

L'amidon, traité par 20 p. d'eau renfermant 2 pour 100 de soude caustique, se transforme en une matière translucide et incolore, entièrement fluidifiée par l'acide chlorhydrique, sans aucun résidu. Les cendres ne doivent pas dépasser 1 pour 100.

Section X. — Agriculture.

(344) *Analyse d'une poudrette* (L'Hôte).

	A l'état normal.	Supposée sèche.
Matières organiques azotées..........	32,81	47,00
Ammoniaque toute formée...........	0.59	0,85
Acide nitrique	0,30	0,43
Acide phosphorique....	4,18	5.99
Acide carbonique............	2,87	4,11
Acide sulfurique..............	3,50	5,02
Chlore.............................	0,36	0,52
Potasse et soude..................	2,15	3,08
Chaux	6,70	9,59
Magnésie et oxyde de fer............	2,72	3,90
Silice, sable, argile	12,62	19,51
Eau	30,20	»
Azote total.......................	1,52	2,17

(345) *Analyse des engrais industriels.*

I. *Engrais azotés.*	*Éléments à doser.*
Débris de chair desséchés.. .. Sang desséché............. .. Déchets de laine, drap........ Déchets de corne, cuirs, poils..	Azote insoluble.
Sulfate d'ammoniaque......... Nitrate de potasse............ Nitrate de soude.............	Azote soluble et potasse (dans le nitrate de potasse).
II. *Engrais phosphatés.*	
Phosphates ou coprolithes..... Phosphate précipité........... Cendres d'os.................	Acide phosphorique insoluble.
Superphosphates.............	Acide phosphorique sous ses trois formes.
III. *Engrais phosphatés et azotés.*	
Poudre d'os.................. Poudrette.................... Noir de raffinerie.... .... Tourteaux divers.............	Azote organique, acide phosphorique total.
Superphosphates azotés........ Guanos bruts................. Guanos traités par l'acide sulfurique...................... Phosphoguanos......	Acide phosphorique sous ses trois formes. Azote ammoniacal. Azote insoluble.
IV. *Engrais phosphatés et potassés.*	
Cendres de bois..... .... Cendres de tourbe............ Cendres de houille...........	Acide phosphorique insoluble, potasse.
V. *Engrais potassiques.*	
Chlorure de potassium......... Sulfate de potasse............ Salins de betterave........... Carbonate de potasse.........	Potasse.

(346) *Phosphates de chaux naturels.*

Apatite (RIVOT).		
Phosphate tribasique de calcium %...	81,15	95,00
Fluorure de calcium	14,90	2,75
Peroxyde de fer..................	3,14	traces
Silice..........................	1,70	2,00

Nodule (DEHÉRAIN).	Islettes.	Ardennes.
Silice et argile %................	33,4	27,4
Acide phosphorique...............	20,8	21,3
Chaux...........................	22,5	30,8
Magnésie........................	3,0	1,7
Oxyde de fer	3,8	11,0
Eau.............................	1,0	1,0
Acide carbonique et perte	15,5	6,8

(347) *Richesse moyenne des excréments*

		Cheval.	Bœuf.	Mouton.	Porc.
		%	%	%	%
Azote.............	fèces.	0,54	0,35	0,72	0,70
	urine.	1,55	0,44	1,31	0,33
Acide phosphorique.	fèces.	0,36	0,24	0,78	0,02
	urine.	0	0	0,02	0,80
Potasse.........	fèces.	0,44	0,07	0,18	0,18
	urine.	—	—	—	—
Cendres.........	fèces.	4,02	2,36	5,70	6,50
	urine	4,50	4,50	4,60	1,03

(348) *Réactif ammoniaco-magnésien.*

Cette solution, assez souvent employée pour le dosage de l'acide phosphorique, se prépare avec 110 grammes de sulfate de magnésium cristallisé (ou 90 grammes de chlorure de magnésium cristallisé) et 140 grammes de chlorure d'ammonium, pour 1700 cc. d'eau et 300 cc. d'ammoniaque de densité 0,91.

(349) Marnage.

Calcul des quantités de marne à employer, selon sa richesse en calcaire et la profondeur des labours, pour élever à 3 pour 100 la quantité de calcaire dans une terre qui en est dépourvue (PUVIS).

Quantité de calcaire dans la marne.	Profondeur de la couche arable.					
	8 cm.	11 cm.	14 cm.	16 cm.	19 cm.	22 cm.
	mc.	mc.	mc.	mc.	mc	mc
10 %	244	324	405	487	568	650
20 »	122	162	202	243	284	325
40 »	61	81	101	122	142	162
60 »	40	54	67	81	94	108
80 »	30	40	51	61	71	81
100 »	24	32	40	49	57	65

(350) *Analyse de quelques marnes.*

Provenance.	Eau combinée.	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Carbonate de calcium.	Carbonate de magnésium.	Matières organiques et alcalis.
Marne d'Argenteuil.....	5,00	9,90	3,90	»	80,46	»	traces.
— de Belleville	»	46,03	17,28	5,70	27,64	»	»
— de Viroflay......	»	37,00	11,00	6,50	55,00	»	»
— de Tournay	4,50	25,40	14,10	»	55,63	»	traces.

(351) *Analyse du sol.*

1° *Analyse mécanique.* — On prend 1 kilogramme d'un échantillon moyen de la terre à analyser, préalablement séché à l'air. On sépare les éléments par ordre de grosseur, en quatre lots, au moyen de tamis.

1er. *Lot.* Terre passant au travers du tamis n° 1 (écartement entre les mailles 0m,001) : *terre fine.*

2e *Lot.* Terre passant au tamis n° 2 (0m,003) : *terre moyenne.*

3e *Lot.* Terre passant au tamis n° 3 (0m,005) : *petits cailloux.*

4e *Lot.* Fragments restant sur le tamis n° 3 : *cailloux.*

On pèse chaque lot. Le premier est conservé dans un flacon bouché, pour les dosages ultérieurs.

On détermine rapidement la proportion de calcaire des lots n° 3 et

n° 4, en les traitant par HCl étendu, lavant, quand l'effervescence a cessé, séchant et pesant. On a le poids du calcaire par différence.

2° *Analyse physico-chimique* (Schlœsing).

Dosage de l'eau — On dessèche 10 grammes de terre fine à l'étuve à 150°, jusqu'à poids constant; on pèse; l'humidité est obtenue par différence.

Dosage du calcaire et du sable. — 10 grammes de terre fine sont placés dans une capsule de porcelaine. On forme une pâte en ajoutant quelques gouttes d'eau distillée; on la délaye dans une faible quantité d'eau, en la frottant légèrement avec l'index contre les parois de la capsule. On décante le liquide; on recommence la même opération avec de nouvelles quantités d'eau, jusqu'à ce que la pâte soit entièrement délayée. La quantité d'eau employée ne doit pas dépasser 250 cc. — On ajoute de l'acide chlorhydrique par petites portions aux eaux de lavage réunies dans un vase à précipité, jusqu'à ce que tout le calcaire soit décomposé; on laisse reposer.

Le liquide clair est décanté sur un petit filtre : il servira au dosage du calcaire; on lave le précipité à l'eau distillée; puis, après l'avoir délayé, on le traite par 0^{gr},5 de potasse ou 2 ou 3 cc. d'ammoniaque, pour détruire la matière noire unie à l'argile. On agite à plusieurs reprises; on laisse reposer 4 à 5 heures. Après ce temps, on ajoute de l'eau distillée, on agite et on laisse reposer 24 heures. On décante le liquide clair au moyen d'un siphon. On traite de nouveau le précipité par l'eau distillée, on agite, on laisse reposer 24 heures, puis on décante. On continue ces lavages jusqu'à ce que le liquide, après 24 heures de repos, soit presque complètement limpide.

Le précipité resté dans le vase est constitué par le sable; on le dessèche et on le pèse.

Dosage de l'argile. — Les eaux provenant des lavages précédents renferment l'argile et la matière noire dissoute par la potasse. On coagule l'argile au moyen de 5 ou 10 grammes de chlorure de calcium, suivant la quantité de terre employée; la matière noire reste en dissolution. Le dépôt formé est recueilli sur un filtre taré, lavé à l'eau distillée, desséché et pesé.

Dosage de la matière noire. — Le liquide provenant de l'opération précédente est rendu acide par l'acide acétique. On précipite ensuite la matière noire par le sous-acétate de plomb. On recueille le précipité sur un filtre, on lave, on dessèche et on pèse. On incinère le précipité, on pèse les cendres; par différence on a la matière noire.

3° *Analyse chimique.*

Éléments à doser :

Acide phosphorique total.	Chlore.
Potasse.	Acide sulfurique.
Chaux.	Acide nitrique.
Magnésie.	Ammoniaque.
Alumine et fer.	Azote total.

Dosage de l'acide phosphorique. — Attaquer 20 grammes de terre par 20 cc. d'acide nitrique, évaporer à sec au bain de sable, reprendre le résidu par 20 cc. d'acide nitrique et 30 cc. d'eau; filtrer et laver à l'eau distillée. Amener le volume du liquide à 50 cc. par évaporation. Précipiter l'acide phosphorique par le molybdate d'ammonium. Recueillir le phosphomolybdate sur un petit filtre, laver à l'eau contenant 20 o/o d'acide nitrique; dessécher à 100° et peser : 100 grammes de phosphomolybdate d'ammonium = 3,14 grammes d'anhydride phosphorique.

Pour doser l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, dissoudre le phosphomolybdate dans l'ammoniaque chaude, légèrement étendue; ajouter de l'acide chlorhydrique, tout en maintenant la liqueur ammoniacale. Précipiter l'acide phosphorique par le chlorure de magnésium (voy. *Engrais*, 354).

Préparation de la liqueur molybdique. — Dissoudre 100 grammes d'acide molybdique dans 400 parties d'ammoniaque de $d = 0,96$; filtrer, verser dans 1500 parties d'acide nitrique de $d = 1,20$; amener le volume à 2 litres.

Dosage de la chaux. — Traiter 10 grammes de terre par 10 ou 15 cc. d'acide nitrique, suivant la proportion de calcaire, chauffer au bain de sable, jusqu'à ce que les vapeurs rouges ne se produisent plus; reprendre par l'eau distillée; filtrer et laver. — La liqueur claire est neutralisée par l'ammoniaque, qui précipite le fer et l'alumine; filtrer et précipiter la chaux par l'oxalate d'ammonium. Le précipité recueilli sur un filtre est séché et calciné. On pèse la chaux sous forme de chaux vive, ou bien on peut la transformer en carbonate par addition de carbonate d'ammonium et une nouvelle calcination.

Dosage du fer et de l'alumine. — Le précipité de fer et d'alumine qui s'est formé dans l'opération précédente est séché et pesé; on a le poids du sesquioxyde de fer et de l'alumine. — Le précipité est calciné, et le fer y est dosé par la méthode ordinaire (voy. 226). Le poids de l'alumine est obtenu par différence.

Dosage de la potasse et de la magnésie. — Traiter 20 grammes de terre par 20 cc. d'acide nitrique, chauffer au bain de sable jusqu'à ce que les vapeur rouges cessent, reprendre par l'eau, filtrer. Dans la liqueur ajouter successivement de l'ammoniaque et de l'oxalate d'ammonium pour séparer l'alumine, le fer et la chaux; filtrer. La liqueur claire est évaporée à siccité; le résidu, calciné avec une petite quantité d'acide oxalique et un léger fragment d'acide tartrique, est repris par l'eau. La partie insoluble, recueillie sur un filtre et calcinée, est la magnésie à l'état d'oxyde.

La liqueur filtrée, acidulée par l'acide chlorhydrique, est évaporée, et le résidu pesé; il est formé de chlorure de potassium et de chlorure de sodium. On le dissout dans un peu d'eau, on y ajoute du chlorure de platine, on évapore à consistance sirupeuse, et on ajoute de l'alcool. Après repos, le chlorure double de platine et de potassium est recueilli sur un filtre, lavé avec un mélange à parties égales d'alcool et d'eau,

séché à 100° et pesé. Le poids trouvé multiplié par 0,193 donne la quantité de potasse. On a la soude par différence.

Dosage de l'acide nitrique. — On épuise par l'eau distillée 20 grammes de terre placés dans une allonge. On concentre la liqueur à un très faible volume. On reprend par du protochlorure de fer et on introduit par la tubulure, au moyen d'un petit entonnoir, la solution dans une très petite cornue tubulée portant un tube abducteur qui plonge dans une cuve à mercure. La capsule ayant servi à l'évaporation de la solution des nitrates est lavée à deux reprises par de l'acide chlorhydrique, qui est introduit ensuite dans la cornue. On chasse l'air de l'appareil au moyen d'un courant d'acide carbonique; après quoi, on chauffe doucement, on recueille les gaz dans une petite

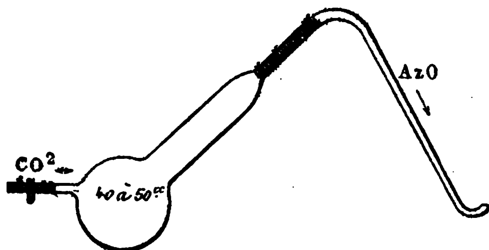


Figure.

cloche graduée contenant une solution à 10 o/o de potasse. Quand il ne se dégage plus rien, l'appareil est balayé par un nouveau courant d'acide carbonique. On agite le contenu de la cloche, pour faciliter l'absorption de l'acide carbonique par la potasse. On lit le volume de gaz restant (v **356**, 3°).

Dosage de l'ammoniaque. — On traite 100 grammes de terre par de l'acide chlorhydrique à 1/5, ajouté à chaud jusqu'à ce que l'effervescence ait cessé. On filtre, on lave, et le liquide est distillé avec de la magnésie calcinée (**356**). On peut également opérer la distillation directement avec la terre, sans attaquer par un acide.

Dosage de l'azote total. — Le dosage se fait sur 30 grammes de terre, d'après la méthode de Will, Varentrapp et Péligot (**356**).

Dosage du sel marin.—On épuise dans une allonge 50 grammes de terre par 200 à 230 cc. d'eau distillée, on complète exactement 250 cc., et, sur 50 cc., on dose le chlore avec les liqueurs décimes (**261**).

(352) *Analyse du sulfate de chaux.*

1° *Dosage de l'eau.* — Calciner 1 gramme de matière au rouge sombre, peser. La différence donne le taux d'humidité.

2° *Dosage de l'acide sulfurique.* — Traiter 1 gramme de sulfate par 10 cc. d'acide chlorhydrique et 10 cc. d'eau, à chaud. Filtrer,

s'il y a des matières insolubles. Dans la liqueur chaude, précipiter l'acide sulfurique par le chlorure de baryum. Recueillir le précipité sur un filtre après 24 heures de repos, laver à l'eau chaude, calciner et peser.

3° *Dosage de la chaux.* — Dans la liqueur filtrée provenant de l'opération précédente, on précipite l'excès de chlorure de baryum par quelques gouttes d'acide sulfurique; on filtre, on neutralise par de l'ammoniaque et on précipite la chaux par l'oxalate d'ammonium. L'opération se continue comme plus haut (Dosage de la chaux).

(353) *Réactif de Nessler pour l'ammoniaque.*

— On dissout 2 grammes d'iodure de potassium dans 5 cc. d'eau et on ajoute à chaud et par petites portions de l'iodure de mercure tant qu'il veut s'en dissoudre; on laisse refroidir, on ajoute 20 cc. d'eau, on laisse reposer, on filtre et à 20 cc. du liquide on ajoute 30 cc. de lessive préparée avec de la soude exempte de carbonate, fraîchement fondue et dissoute dans peu d'eau; si le liquide se trouble, on filtre. Une trace d'ammoniaque produit un précipité jaune-brun.

(354) *Analyse du superphosphate.*

1° *Dosage de l'acide phosphorique total.* — Dissoudre à chaud 1 gramme de superphosphate dans 15 cc. d'acide chlorhydrique et 15 cc. d'eau; évaporer à sec et reprendre ensuite par 10 cc. d'acide chlorhydrique et 10 cc. d'eau; filtrer. A la liqueur claire ajouter de l'ammoniaque en excès; dissoudre le précipité formé, par l'acide citrique, en maintenant le liquide ammoniacal. Précipiter l'acide phosphorique par 10 ou 15 cc. d'une solution à 10 pour 100 de chlorure de magnésium. Après 12 heures de repos, recueillir le précipité sur un petit filtre, laver avec de l'eau contenant $\frac{1}{4}$ de son volume d'ammoniaque; sécher, calciner, peser et calculer en anhydride phosphorique.

La même méthode doit être suivie pour le dosage de l'acide phosphorique dans un phosphate tribasique de chaux naturel.

2° *Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau.* — Broyer dans un mortier 2 grammes d'engrais avec de l'eau distillée ajoutée peu à peu, de manière à délayer progressivement la pâte formée. Lorsqu'on a employé environ 100 cc. d'eau, décanter le contenu du mortier dans un flacon jaugé; amener le volume à 200 cc.; agiter et laisser reposer 2 heures; filtrer et opérer le dosage de l'acide phosphorique sur 100 cc. de liquide, en suivant la marche indiquée.

3° *Dosage de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.* — L'acide phosphorique soluble dans le citrate se compose de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique rétrogradé; on obtient celui-ci par différence.

Dans un petit mortier de verre, 1 gramme de matière est broyé avec 40 cc. de citrate d'ammoniaque ajouté goutte à goutte, en délayant la pâte. On décante le liquide dans un vase jaugé, et avec les eaux de

lavage du mortier on amène le volume à 100 cc. On agite à plusieurs reprises, et, après une heure de repos, on filtre. On dose l'acide phosphorique sur 50 cc. de liqueur, comme plus haut.

Préparation du citrate d'ammoniaque. — On dissout 400 grammes d'acide citrique cristallisé dans 500 cc. d'ammoniaque. Quand la dissolution est complète et la liqueur froide, on complète le volume à 1 litre avec de l'ammoniaque.

Dosage volumétrique de l'acide phosphorique. — Le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, obtenu par la méthode indiquée plus haut, est dissous par de l'eau acidulée avec de l'acide acétique (2 pour 100). La dissolution, placée dans un verre de Bohême, est portée à l'ébullition au bain de sable et on y fait tomber, au moyen d'une burette, une solution d'acétate d'urane. On a une assiette de porcelaine blanche, sur laquelle on a disposé à l'avance une vingtaine de gouttes de solution à $\frac{1}{10}$ de ferrocyanure de potassium; de temps en temps on touche une de ces gouttes avec la baguette qui sert à remuer le liquide; la fin de l'opération est annoncée par un précipité rouge-marron. Du nombre de centimètres cubes de liqueur d'urane employés, on calcule la quantité d'acide phosphorique.

Lorsque les matières à essayer ne renferment ni fer ni alumine, on peut les titrer directement. On en prend une quantité renfermant environ $0^{gr},1$ de P^2O^5, par exemple les cendres de $0^{gr},5$ à 1 gramme de guano, on la dissout dans l'eau additionnée d'un peu d'acide nitrique, on sature à peu près par la soude; on fait 50 cc., on ajoute 20 cc. de l'acétate de sodium indiqué plus bas et on titre à l'urane.

En présence de fer et d'alumine, on peut aussi précipiter le phosphate par le citrate magnésien (dissoudre dans l'eau 400 grammes d'acide citrique et 40 grammes de carbonate de magnésium, ajouter 500 cc. d'ammoniaque et compléter avec de l'eau 1500 cc.). On pèse une quantité de matière renfermant $0^{gr},1$ environ de P^2O^5, on la dissout dans l'acide nitrique dilué, on ajoute 10 cc. de citrate magnésien et un excès d'ammoniaque : on filtre après 12 heures, on lave à l'eau ammoniacale à 10 pour 100, on redissout sur le filtre dans l'acide nitrique au 10e, on sature presque complètement par la soude, on fait 50 cc., on ajoute 20 cc. d'acétate acide de sodium et on titre à l'urane.

On titre de même les solutions d'acide phosphorique soluble dans l'eau ou dans le citrate.

Préparation de la liqueur d'acétate d'urane. — On dissout 32 grammes d'acétate d'urane dans 1 litre d'eau, et, en opérant comme plus haut, on en prend le titre au moyen d'une solution titrée de phosphate rendue légèrement acide au moyen de quelques gouttes d'acide acétique.

La liqueur titrée de phosphate se prépare avec $10^{gr},088$ de phosphate de sodium cristallisé Na^2HPO^4. 12 aq, ou $3^{gr},240$ de phosphate acide d'ammonium cristallisé et séché à l'étuve; pour 1 litre d'eau: 50 cc. $= 0^{gr},100$ de P^2O^5, et à ces 50 cc. on ajoute 10 cc. d'une solution aqueuse de 100 grammes d'acétate de sodium cristallisé et 50 cc. d'acide acétique cristallisable dans 1 litre, puis on titre l'urane.

(355) *Analyse des matières riches en potasse.*

Dosage de la potasse (SCHLŒSING). — Si, par exemple, on a à essayer un sel de Stassfurt (chlorure ou sulfate), on opère ainsi qu'il suit :

On dissout 5 grammes du sel dans 40 cc. d'eau; on filtre, on complète 100 cc. et on dose la potasse sur 20 cc., auxquels on ajoute un léger excès de nitrate de baryum qui précipite l'acide phosphorique et l'acide sulfurique. La liqueur filtrée est évaporée presque à sec, puis reprise par 5 cc. d'acide azotique et évaporée de nouveau; ce traitement est répété encore deux fois. Après la dernière évaporation, on ajoute 15 cc. d'acide perchlorique à 10 pour 100 [1], on chauffe pour enlever l'excès d'acide; quand l'évaporation est presque complète, on humecte la masse de quelques gouttes d'eau. On lave à l'alcool à 85°, pour dissoudre les perchlorates autres que celui de potassium qui se sont formés en même temps. Le perchlorate de potassium est recueilli sur un petit filtre, lavé à l'alcool à 85°, puis dissous par l'eau chaude; on évapore à sec la solution, on pèse, et le poids de perchlorate trouvé multiplié par 0,3393 donne le taux de potasse K^2O.

Ce procédé s'applique également au dosage de la potasse dans les cendres et dans le sol. A cet effet on traite la matière à analyser par l'acide nitrique comme pour le dosage de l'acide phosphorique total; on élimine le fer et l'alumine par l'ammoniaque, on sature l'excès de réactif par l'acide nitrique. L'opération est ensuite continuée comme il vient d'être dit.

Dosage volumétrique de la potasse (A Carnot). *Principe de la méthode.* — Lorsqu'un sel de potassium est mis en contact avec un sel de bismuth et un hyposulfite, il se forme un hyposulfite double, parfaitement défini, de potassium et de bismuth, soluble dans l'eau, mais précipité sous la forme d'une poudre jaune par l'addition d'alcool.

Pour le dosage, si l'on a, par exemple, à essayer un chlorure de potassium, on prend 5 grammes de matière, on les dissout dans 3 ou 4 centimètres cubes d'eau, on ajoute 10 centimètres cubes d'une liqueur de chlorure de bismuth, 10 centimètres cubes d'hyposulfite de chaux et 150 centimètres cubes d'alcool; le précipité jaune se forme. Au bout de 10 minutes, on filtre, on lave à l'alcool; on redissout le précipité par l'eau chaude et on dose l'hyposulfite qu'il contient. — A cet effet, à la solution on ajoute 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique et quelques gouttes d'empois d'amidon. On verse une dissolution titrée d'iode, jusqu'à ce que la couleur bleue caractéristique de l'iodure d'amidon se produise.

1. *Préparation de l'acide perchlorique* (SCHLŒSING). — On obtient l'acide perchlorique en traitant à chaud le perchlorate d'ammonium par l'eau régale. La réaction se fait dans un ballon de verre. On a ainsi un mélange d'acide perchlorique et d'acide nitrique contenant un peu d'acide chlorhydrique. Ce mélange est soumis à une évaporation lente au bain de sable; l'acide chlorhydrique est complètement expulsé, ainsi qu'une partie de l'acide nitrique. On cesse de chauffer lorsqu'il se produit des vapeurs blanches d'acide perchlorique.

...

La dissolution d'iode est titrée de telle façon que 1 centimètre cube = 0gr,01 de potasse, en opérant sur du chlorure pur.

L'opération doit se faire très rapidement, l'hyposulfite double de potassium et de bismuth étant très altérable.

Préparation des réactifs. — Le *chlorure de bismuth* se prépare aisément en traitant 100 grammes de sous-nitrate de bismuth par l'acide chlorhydrique et chauffant doucement. On laisse refroidir, on ajoute de l'alcool concentré. Après repos, on filtre. Le volume de la liqueur est amené à 1 litre.

On dissout dans l'eau 200 grammes *d'hyposulfite de calcium :* on filtre, on amène le volume à 1 litre avec de l'eau.

La *liqueur d'iode* est préparée avec 56gr,96 d'iode pur et environ 75 grammes d'iodure de potassium par litre. 1 centimètre cube de cette liqueur correspond exactement à 0gr,01 de potasse K^2O.

(356) *Dosage de l'azote.*

1° *Dosage de l'azote organique et de l'azote ammoniacal simultanément* (Will, Varentrapp et Péligot). — 1 gramme ou 0gr,5 de la matière, suivant la richesse en azote, sont calcinés avec de la chaux sodée dans un tube à combustion, contenant au fond une petite quantité d'oxalate de calcium; l'ammoniaque qui se dégage est recueillie dans un tube à boules contenant un volume connu d'acide sulfurique normal (table 254) et coloré par quelques gouttes de teinture de tournesol. On détermine l'excès d'acide avec une liqueur titrée alcaline; 1 centimètre cube d'acide neutralisé par la potasse correspond à 0gr,014 d'azote ou à 0gr,017 d'ammoniaque.

Si l'on veut doser l'azote organique seul, la matière devra être préalablement épuisée par l'eau distillée, pour enlever les sels ammoniacaux. Cette précaution devra toujours être suivie pour les engrais riches en nitrates, qui devront toujours être éliminés.

Dans quelques cas, la lévigation par l'eau distillée pourrait être une cause d'erreur, lorsqu'une partie de l'azote organique se trouve à l'état soluble. Pour avoir l'azote organique total, on devra alors opérer comme il suit : La matière sera chauffée avec du protochlorure de fer et de l'acide chlorhydrique, pour éliminer les nitrates. Ensuite on fera bouillir le résultat de cette première opération avec de l'eau contenant de la magnésie calcinée; les sels ammoniacaux seront ainsi éliminés.

Préparation de la chaux sodée. — On prépare la chaux sodée en éteignant 2 parties de chaux vive dans une solution de 1 partie de soude pure, exempte de nitrates, et calcinant.

Dosage de l'azote (Houzeau). — Le principe de la méthode repose sur la transformation complète en ammoniaque des substances azotées fixes, calcinées au rouge au contact d'un mélange d'acétate, d'hyposulfite et de chaux sodée. L'ammoniaque qui se dégage est absorbée par un volume suffisant d'eau.

Préparation du mélange salin. — Faire fondre au bain-marie,

dans leur eau de cristallisation, 50 grammes d'acétate de sodium et 50 grammes d'hyposulfite de sodium ordinaires. Après refroidissement, on pulvérise finement le mélange salin et on le conserve pour quelques jours dans des bocaux bouchés.

Mode opératoire. — Introduire d'abord au fond du tube à combustion en verre ou en fer environ 2 grammes de mélange salin en poudre additionné de son poids de chaux sodée grossière, puis, par-dessus, une colonne de quelques centimètres de la même chaux sodée.

Peser $0^{gr},5$ de matière à analyser réduite en poudre fine (pour la terre 10 ou 25 grammes) et l'incorporer très intimement avec 10 grammes de mélange salin ; après quoi, on la mélange non moins intimement avec 10 grammes de chaux sodée en poudre fine. Le tout est introduit dans le tube à combustion, qu'on remplit ensuite comme d'ordinaire par de la chaux sodée et une petite colonne de verre pilé.

Le chauffage du tube à combustion se fait d'avant en arrière.

Le mélange salin, placé au bout postérieur du tube, remplace l'acide oxalique ou l'oxalate de calcium pour la production d'un courant de gaz inerte destiné à balayer l'appareil à la fin de l'opération.

Pour le dosage scientifique, le gaz ammoniac est recueilli dans un tube de Will et Varentrapp rempli à moitié d'eau pure colorée par quelques gouttes de tournesol sensible. La neutralisation se fait au fur et à mesure de sa production dans le tube à deux boules lui-même au moyen d'une burette de Mohr disposée au-dessus de l'orifice du tube de sortie, qui doit être droit, ou taillé en biseau s'il est oblique.

L'acide titré employé est préparé de façon que 1 cc. représente 0,01 d'azote.

Dans les essais techniques, le tube à boules est remplacé par un tube abducteur plongeant dans 1 décilitre d'eau. La perte en ammoniaque est négligeable.

2° *Dosage de l'ammoniaque.* — Dans un ballon de 1 litre mélanger 1 gramme d'engrais avec $0^{gr},5$ ou 1 gramme de magnésie, calcinée récemment, et 200 centimètres cubes d'eau ; distiller avec l'appareil de M. Schlœsing : un serpentin en verre, non refroidi, qui s'adapte, par sa partie inférieure, au ballon, et, par son extrémité supérieure, à un petit réfrigérant formé d'un tube de platine et d'un manchon de verre. Le tube de platine est prolongé par un entonnoir effilé qui conduit l'ammoniaque distillée dans une liqueur d'acide sulfurique normal.

On peut également, en suivant la méthode de M. Boussingault, opérer avec un appareil distillatoire ordinaire. Le premier a l'avantage d'être un appareil de fractionnement.

Nota. — Le sulfate d'ammonium doit être essayé par le perchlorure de fer, pour la présence des sulfocyanures (sulfate du gaz).

On dosera par le même procédé l'ammoniaque dans les guanos, les eaux-vannes, etc., en distillant 10 grammes de produit avec 300 cc. d'eau et 2 à 3 grammes de potasse caustique, et recevant l'ammoniaque dans l'acide normal ou normal-décime, suivant la richesse en ammoniaque.

3° *Dosage de l'acide nitrique.* (Schlœsing.) — On prend 66 grammes de nitrate de sodium pur, on les dissout dans l'eau distillée et on complète le volume à 1 litre.

On a monté à l'avance l'appareil suivant : Un ballon de 200 cc. environ fermé par un bouchon de caoutchouc, qui est traversé par deux tubes : un tube abducteur plongeant dans une cuve à eau ; l'autre, qui est un tube droit, descend jusqu'au fond du ballon ; il est relié à un petit entonnoir par un tube de caoutchouc ; une pince, mise à cheval sur le caoutchouc, permet d'interrompre la communication du ballon avec l'air extérieur.

On introduit dans le ballon, par le petit entonnoir, 30 cc. d'une dissolution de protochlorure de fer et 30 cc. d'acide chlorhydrique. On chasse l'air de l'appareil par l'ébullition : cela fait, on fait pénétrer au sein du protochlorure 5 cc. de la dissolution titrée de nitrate ; on lave l'entonnoir avec un peu d'acide ; on ferme la pince, et le liquide est de nouveau porté à l'ébullition. Le bioxyde d'azote, produit par la décomposition du nitrate de sodium par le protoxyde de fer, est recueilli dans une cloche graduée ; on détermine son volume V.

D'autre part, on a fait une solution de 66 grammes de l'engrais à analyser, dans 1 litre d'eau, et on opère de nouveau, comme il vient d'être dit, sans avoir à changer le liquide contenu dans le ballon. On détermine le volume V′ de gaz dégagé.

$$\frac{V'}{V} = \text{quantité de nitrate pur, contenu dans l'engrais.}$$

Cette méthode est applicable au dosage des nitrates dans toutes les substances qui en renferment, quelle qu'en soit la proportion. La méthode indiquée plus haut (Analyse des terres) n'est qu'une simplification de celle-ci : on peut donc employer l'une ou l'autre.

L'analyse du nitrate de soude destiné à l'agriculture comprend en outre les dosages de l'humidité, du chlore (table 261) et de la matière insoluble. On le falsifie avec du sel marin, du carbonate de soude, du sulfate de soude ou de magnésie. Les chlorures ont une influence nuisible sur la végétation ; il importe que leur proportion soit restreinte à 1 ou 2 centièmes, et alors, la partie active étant le nitrate, le dosage de l'acide nitrique fixera la valeur de l'engrais.

Préparation du protochlorure de fer. — On attaque, dans un ballon de 2 litres environ, 200 grammes de petits clous (pointes de Paris) par l'acide chlorhydrique, au bain de sable ; l'acide sera versé par petites portions jusqu'à dissolution complète du fer. On filtre, on lave le filtre, on complète le volume à 1 litre. La liqueur de protochlorure de fer s'altère très rapidement ; on doit la conserver à l'abri de l'air, et la renouveler aussitôt qu'elle prend une teinte un peu foncée.

On peut aussi, du volume de bioxyde d'azote trouvé, déduire la quantité de nitrate en réduisant à 0° et 760 millimètres (tables 54 et 55), et se servant de la table suivante (260 et 351).

AzO à 0° et à 760mm.	Az.	AzO.	Az^2O^3.	Az^2O^5.	AzO^3K.	AzO^3Na.
cc.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
1	0,627	1,343	1,701	2.417	4,521	3,805
2	1.254	2,686	3,402	4,834	9,942	7,610
3	1,881	4.029	5 103	7,251	13,563	11,415
4	2.508	5,372	6,804	9,668	18,084	15,220
5	3,135	6,715	8.505	12,085	22,605	19.025
6	3,762	8,058	10,206	14.502	27,126	22.830
7	4,389	9.401	11,907	16,989	31,647	26,635
8	5,016	10,744	13,608	19,336	31,168	30,440
9	5,643	12.087	15,309	21,753	40,689	34,245

(357) *Analyse des sulfocarbonates* (A. Müntz).

Dans un ballon de 500 cc., on verse 30 cc. de sulfocarbonate à e sayer, 30 cc. d'eau et 100 cc. d'une solution saturée de sulfate de zin Le ballon porte un long tube abducteur traversant un petit réfrigéra ascendant; son extrémité effilée plonge dans du pétrole (30 ou 32 c contenu dans une cloche graduée de 50 à 60 cc. de capacité, divis en dixièmes de centimètre cube. On agite le mélange des liquid du ballon. Quand le dégagement du gaz qui se produit a cessé, chauffe avec précaution jusqu'à l'ébullition. On lit le volume du quide contenu dans la cloche, on en retranche le volume de l'ea L'augmentation de volume du pétrole + 0cc,2 correspond au volu du sulfure de carbone condensé.

Dosage de la potasse. — On traite 2 grammes de sulfocarbonate p l'acide chlorhydrique, on étend de 50 cc. d'eau, on fait bouillir quart d'heure. On filtre, on évapore à sec. Le reste de l'opération fait comme pour le dosage de potasse, par l'acide perchlorique ou chlorure de platine.

(358) *Fourrages.*

Pour les fourrages herbacés, les graines et les tourteaux, on pré vera un échantillon moyen de 200 ou 300 grammes, qui, après dess cation à l'air, sera réduit en poudre fine et enfermé dans un flacon bi bouché.

Si l'on a affaire à des racines, on en choisira un certain nombre d nant la moyenne de la récolte à examiner; on les débarrassera de terre qui y adhère, puis on les découpera en tranches très fin Sur un lot de ces cossettes, on déterminera l'eau contenue dans

Dans beaucoup d'usines on prélève une betterave par panier ou tombereau, on la coupe en quatre dans le sens de la longueur, et on prend le quart de cette betterave comme échantillon moyen partiel; on réunit tous ces quartiers, on les râpe et on exprime le jus, qui est ensuite examiné au densimètre, donnant le gramme par litre, ou à la balance aréothermique.

La correction du densimètre pour la température est de :

t		t		t		t	
9°	− 0,7	12°	− 0,4	16°	+ 0,2	19°	+ 0,8
10	0,6	13	0,3	17	0,4	20	1,0
11	0,5	14	0,1	18	0,5	21	1,2

2° *Dosage du sucre.* — On prend 160 cc. de jus, on y ajoute 40 cc. de sous-acétate de plomb à 32° B. On filtre, et dans le liquide clair on dose le sucre au saccharimètre (voyez *Sucre*).

3° *Quotient de pureté.* — On évapore 10 cc. de jus à 105°, jusqu'à ce que le poids ne change plus, on pèse; on a ainsi les matières fixes. Le quotient de pureté est égal au taux de sucre divisé par le poids des matières fixes moins celui du sucre.

4° *Dosage du glucose.* — Il est quelquefois nécessaire de doser le glucose dans les betteraves à sucre; cette opération se fait sur le jus décoloré, d'après la méthode ordinaire.

5° *Dosage des cendres.* — On dose les cendres sur 20 cc. de jus.

(360) *Composition moyenne des betteraves.*

Eau	83,5
Sucre	10,5
Cellulose et pectose	0,8
Matières protéiques azotées	1,5
Autres matières organiques	2,9
Sels minéraux	0,8

(361) *Composition moyenne des cannes à sucre.*
(Martinique et Guadeloupe.)

	%
Eau	72,22
Saccharose	17,80
Glucose	0,28
Cellulose	9,30
Cendres	0,40

(362) *Caloul de la richesse des betteraves en sucre* (Édouard DELVILLE).

Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.
104	0,164	105	0,163	106	0,161	107	0,159	108	0,158
104.1	0,164	105,1	0,162	106,1	0,161	107,1	0,159	108,1	0,158
104,2	0,164	105,2	0,162	106,2	0,161	107.2	0.159	108.2	0.158
104.3	0,164	105,3	0,162	106,3	0,160	107,3	0,159	108.3	0,157
104.4	0,163	105 4	0,162	106,4	0.160	107,4	0,159	108 4	0,157
104,5	0,163	105,5	0,162	106,5	0,160	107,5	0.159	108,5	0,157
104,6	0.163	105,6	0.162	106,6	0,160	107.6	0,158	108,6	0,157
104,7	0,163	105.7	0,162	106,7	0,160	107.7	0.158	108.7	0,157
104,8	0,163	105,8	0,162	106.8	0,159	107.8	0,158	108,8	0,157
104,9	0,163	105,9	0,161	106 9	0,159	107,9	0,158	108,9	0,156

Cette table est destinée à faciliter le calcul de la richesse des betteraves en sucre.

Elle a été dressée pour l'usage de saccharimètres type Duboscq-Soleil à poids normal de 16gr,35 et en supposant que la betterave contient 0,95 de son poids de jus, chiffre généralement admis dans les transactions.

Pour calculer le $^0/_0$ de sucre dans la betterave au moyen de cette table, deux déterminations sont nécessaires : 1° la densité du jus à la température de 15° centigr. ; 2° la polarisation du jus après addition de 1/10 de sous-acétate de plomb. Cela étant fait, on cherchera la densité dans le tableau et l'on multipliera le nombre de degrés lu sur l'échelle du saccharimètre par le facteur placé en face de la densité ; le produit de la multiplication sera le $^0/_0$ de sucre dans la betterave.

Exemple. — Le jus marque 105 de densité ; le saccharimètre marque 60°. La richesse de la betterave est $0{,}163 \times 60 = 9{,}78\ ^0/_0$.

(363) *Rapport entre la densité et la richesse saccharine des jus de betteraves.*

Densités.	Sucre pour 100 cc.	Densités.	Sucre pour 100 cc.	Densités.	Sucre pour 100 cc.
1035	6,0	1054	10,9	1073	15,9
1036	6,2	1055	11,2	1074	16,2
1037	6,4	1056	11.5	1075	16,5
1038	6,6	1057	11,8	1076	16,8
1039	6,8	1058	12,0	1077	17,0
1040	7,0	1059	12,3	1078	17,3
1041	7,3	1060	12,5	1079	17,5
1042	7,6	1061	12,8	1080	17,7
1043	7,9	1062	13,1	1081	18 0
1044	8,2	1063	13,3	1082	18,3
1045	8,5	1064	13,6	1083	18,7
1046	8,8	1065	13,8	1084	19,0
1047	9,0	1066	14,1	1085	19.3
1048	9,3	1067	14,3	1086	19,6
1049	9,5	1068	14,5	1087	20,0
1050	9,7	1069	14,7	1088	20,3
1051	10 0	1070	15,0	1089	20,7
1052	10,3	1071	15,3	1090	21,0
1053	10,6	1072	15,6	1091	21,5

(364) *Analyses de fourrages* (A. MÜNTZ).

Éléments dosés.	Avoine.	Maïs.	Féverole.	Son.	Foin.	Paille.
Eau	17,74	12,40	11,20	13,87	18,08	14,05
Cendres, acide carbonique déduit	3,37	1,14	2.93	5,28	10,51	6,98
Matières grasses brutes	4,00	3,24	1,56	4,17	1,74	0,99
Matières azotées	8,62	10,31	25,75	14.35	8,75	3,12
Amidon et analogues	46,49	64,23	43,23	34.93	14,23	17,36
Sucre	0.54	0 81	1,27	2,46	1,40	0,27
Matières pectiques	0,40	0,22	1,30	0,80	1.16	0.70
Cellulose brute	9,80	1,94	7,50	5,16	21,30	31,40
Corps indéterminés (par différence)	9,04	5.70	5,26	18,98	22,83	25.13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(365) *Poids moyen d'un hectolitre de grains.*

Blé...............	76 kilogr.	Avoine............	47 kilogr.
Seigle	72 —	Maïs..............	67 —

(366) *Composition des cendres des végétaux* (expériences de M. Boussingault, à Pechelbronn).

Substances.	Cendres % de matière sèche.	Acide carbonique.	Acide sulfurique.	Acide phosphorique.	Chlore.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Silice.
Pommes de terre	4,0	13,4	7,1	11,3	2,7	1,8	3,4	51,5	traces	5,6
Betteraves....	6,3	16,1	1,6	6,0	5.2	7.0	4,4	39,0	6,0	8,0
Navets......	7,6	14,0	10 9	6,1	2,9	10,9	4,3	33,7	4,1	6,4
Topinambours	6 0	11,0	2,2	10,8	1,6	2.3	1,8	44,5	traces	13,0
Froment......	2,4	»	1,0	47,0	traces	2,9	15,9	39,5	traces	1,3
Paille de froment......	7,0	»	1,0	3,1	0,6	8.5	5,0	9,2	0,3	67,6
Avoine.......	4,0	1,7	1,0	14,9	0,5	3,7	7,7	12,9	0,3	53,3
Paille d'avoine	5,1	3,2	4 1	3,0	4,7	8,3	2,8	24,5	4,4	40,0
Trèfle........	7,7	25,0	2,5	6,3	2.6	24,6	6,3	26,6	0,5	5,3
Pois..........	3,1	0 5	4,7	30,1	1,1	10,1	11,9	35.3	2,5	1,5
Haricots......	3,5	3,3	1,3	26,8	0.1	5,8	11,5	49,1	0	1,0
Fèves........	3,0	1,0	1,6	34,2	0,7	5,1	8,6	45,2	0	0,5

(367) *Composition moyenne des céréales.*

Substances.	Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matières extractives.	Cellulose.	Cendres.
	%	%	%	%	%	%
Froment..	13,65	12,35	1,75	67,91	2,63	1 81
Orge.....	13,77	11,14	2,16	65,93	5 31	2,69
Seigle....	15,06	11,52	1,79	67,81	2,01	1,81
Avoine ...	12,37	10,41	5,23	57,78	11,19	3,02
Maïs.....	13,12	9,85	4,62	68,41	0,49	1,51
Riz.......	13,11	7,85	0,88	76,52	2,63	1,01
Millet....	11,66	9,25	3.50	65,95	7.29	2,35
Sarrasin..	11,93	10,30	2,81	55,81	16,43	2,72

Section XI. — Alcools, Vins, Vinaigres et Bières.

(Voir tables 62, 73 à 77).

(368) *Degré réel de l'alcool à 15°, ou volume d'alcool absolu dans 100 volumes de liquide alcoolique, d'après le degré de l'alcoomètre, observé à différentes températures* (Gay-Lussac).

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé (interpoler pour les degrés intermédiaires).													
	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
10	37	42	46,9	51,8	56,8	61,7	66,7	71,6	76,5	81,5	86,4	91,2	96,0	
11	36,6	41,6	46,6	51,5	56,4	61,4	66,4	71,3	76,2	81,2	86,1	91,0	95,8	
12	36,2	41,2	46,2	51,1	56,0	61,0	66,0	71,0	75,9	80,9	85,8	90,7	95,6	
13	35,8	40,8	45,8	50,8	55,7	60,7	65,7	70,6	75,6	80,6	85,5	90,5	95,4	
14	35,4	40,4	45,4	50,4	55,3	60,3	65,3	70,3	75,3	80,3	85,3	90,2	95,2	
16	34,5	39,5	44,6	49,6	54,6	59,6	64,7	69,7	74,7	79,7	84,7	89,7	94,8	99,8
17	34,1	39,1	44,2	49,3	54,3	59,3	64,3	69,3	74,3	79,4	84,4	89,5	94,6	99,7
18	33,7	38,7	43,8	48,9	53,9	58,9	64,0	69,0	74,6	79,1	84,1	89,2	94,3	99,5
19	33,3	38,3	43,5	48,5	53,6	58,6	63,7	68,7	73,7	78,8	83,9	88,9	94,1	99,3
20	32,9	37,9	43,1	48,2	53,2	58,2	63,3	68,4	73,4	78,5	83,6	88,7	93,9	99,1
21	32,5	37,5	42,7	47,8	52,9	57,9	63,0	68,1	73,1	78,2	83,3	88,4	93,7	99,0
22	32,1	37,1	42,3	47,4	52,5	57,5	62,7	67,8	72,8	77,9	83,0	88,2	93,4	98,8
23	31,7	36,7	41,9	47,0	52,1	57,1	62,3	67,4	72,5	77,6	82,7	87,9	93,3	98,6
24	31,3	36,3	41,5	46,6	51,8	56,8	62,0	67,1	72,2	77,3	82,4	87,6	93,0	98,4
25	30,9	35,9	41,1	46,3	51,4	56,5	61,6	66,7	71,8	77,0	82,1	87,4	92,7	98,2

Suite de la table précédente, de 17 à 32°.

Degrés du thermom C	Degré de l'alcoomètre observé.															
	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°
10	18,1	19,2	20,2	21,3	22,4	23,5	24,6	25,8	26,9	28,0	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1
11	17,9	19,0	20,0	21,0	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5	27,7	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7
12	17,6	18,7	19,7	20,7	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2
13	17,4	18,5	19,5	20,5	21,5	22,6	23,7	24,7	25,7	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8
14	17,2	18,2	19,2	20,2	21,2	22,3	23,3	24,3	25,3	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4
16	16,9	17,8	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7	25,7	26,7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6
17	16,6	17,5	18,4	19,4	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,2
18	16,3	17,3	18,2	19,0	20,1	21,1	22,0	23,0	24,0	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8
19	16,1	17,0	17,9	18,8	19,8	20,8	21,7	22,7	23,6	24,6	25,5	26,4	27,3	28,3	29,3	30,3
20	15,8	16,7	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	27,9	28,9	29,9
21	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,1	22,9	23,9	24,8	25,6	26,6	27,5	28,5	29,5
22	15,3	16,2	17,0	17,9	18,8	19,8	20,7	21,6	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1	29,1
23	15,0	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8	26,7	27,7	28,7
24	14,8	15,7	16,5	17,4	18,2	19,1	20,0	21,0	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,3	28,3
25	14,5	15,4	16,2	17,1	17,9	18,8	19,7	20,6	21,5	22,4	23,2	24,2	25,1	26,0	27,0	28,0
26	14,2	15,1	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,2	22,1	22,9	23,8	24,7	25,6	26,6	27,6
27	13,9	14,8	15,6	16,4	17,3	18,2	19,1	20,0	20,8	21,7	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,2
28	13,6	14,4	15,2	16,0	16,9	17,9	18,8	19,6	20,5	21,4	22,4	23,1	23,9	24,8	25,8	26,8

Suite de la table précédente de 1 à 16⁰.

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé.															
	1⁰	2⁰	3⁰	4⁰	5⁰	6⁰	7⁰	8⁰	9⁰	10⁰	11⁰	12⁰	13⁰	14⁰	15⁰	16⁰
10	1,4	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16,0	17,0
11	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,5	11,6	12,6	13,6	14,7	15,8	16,8
12	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6
13	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4
14	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2
16	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9
17	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,7	13,7	14,7	15,6
18	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,5	14,5	15,4
19	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,4	12,4	13,3	14,3	15,2
20	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,3	8,3	9,3	10,3	11,2	12,2	13,1	14,0	14,9
21	0,4	1,4	2,3	3,3	4,3	5,2	6,2	7,1	8,1	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6
22	0,3	1,3	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4
23	0,1	1,1	2,1	3,1	4,0	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,1
24	»	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	13,9
25	»	0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6
26	»	0,7	1,6	2,6	3,5	4,4	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9	10,8	11,7	12,3	13,4
27	»	0,5	1,5	2,4	3,3	4,3	5,2	6,1	7,0	7,9	8,8	9,7	10,5	11,5	12,0	13,1
28	»	0,3	1,3	2,2	3,1	4,1	5,0	5,9	6,8	7,7	8,6	9,5	10,3	11,2	11,7	12,8

(369) *Conversion des centièmes en volume en centièmes en poids (corrigés) pour l'alcool.*

Volumes.	Poids.	Volumes	Poids.	Volumes.	Poids.	Volumes	Poids.
1	0,80	12	9,68	60	52,20	89	84,46
2	1,60	13	10,51	70	62,50	90	85,75
3	2,40	14	11,33	80	73,59	91	87,09
4	3,20	15	12,15	81	74,74	92	88,37
5	4	16	12,98	82	75,91	93	89,71
6	4,81	17	13,80	83	77,09	94	91,07
7	5,62	20	17,28	84	78,29	95	92,46
8	6,43	25	20,46	85	79,50	96	93,89
9	7,24	30	25,69	86	80,71		
10	8,05	40	33,39	87	81,94		
11	8,87	50	42,52	88	83,19		

(370) *Points d'ébullition de l'alcool aqueux* (Groning).

Température de la vapeur.	Alcool °/₀ en volume dans le liquide bouillant.	Alcool °/₀ en volume dans le produit qui distille.	Température de la vapeur.	Alcool °/₀ en volume dans le liquide bouillant.	Alcool °/₀ en volume dans le produit qui distille.
°			°		
77,2	92	93	87,5	20	71
77,5	90	92	88,7	18	68
77,8	85	91,5	90,0	15	66
78,2	80	90,5	91,2	12	61
78,7	75	90	92,5	10	55
79,4	70	89	93,7	7	50
80,0	65	87	95,0	5	42
81,2	50	85	96,2	3	36
82,5	40	82	97,5	2	28
83,7	35	80	98,7	1	13
85,0	30	78	100,0	0	—
86,2	25	76			

Nous avons trouvé pour les points d'ébullition de l'alcool aqueux, le thermomètre étant plongé dans le liquide (Laboratoire municipal).

Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébul.
0	100	5	95,8	10	92,7	15	90,2	20	88,2
1	99,0	6	95,1	11	92,1	16	89,8	21	87,9
2	98,1	7	94,5	12	91,5	17	89,3	22	87,6
3	97,3	8	93,8	13	91,0	18	88,9	23	87,3
4	96,6	9	93,3	14	90,5	19	88,5	24	87,0

(371) *Analyse sommaire du vin.*

Le vin est le produit de la fermentation du raisin frais.

Une analyse sommaire comporte les déterminations suivantes :

1° Densité du vin. — Elle varie pour les vins faits de 0,991 à 0,999. On la détermine généralement à l'œnobaromètre Houdart, qui est un densimètre dont le degré est divisé en cinq parties, et dont le 0° correspond à la densité 0,986, le 1° à 987, le 14° à 1,000. En tenant compte de la richesse alcoolique, la connaissance de la densité du vin donne un moyen commode de déterminer sa richesse en extrait.

L'œnobaromètre est plongé, en même temps qu'un thermomètre, dans le vin, renfermé dans une éprouvette. On fait la lecture au sommet du ménisque du vin et en même temps on lit la température sur le thermomètre. On a d'ailleurs déterminé la richesse alcoolique du vin par l'ébullioscope, ou par distillation (corrigée).

Le dos de la règle œnobarométrique contient la table de correction; quand la température est au-dessous de 15°, on se sert du tableau de gauche, et il faut retrancher du degré œnobarométrique le chiffre qui se trouve à l'intersection de la colonne horizontale donnant la température et de la colonne verticale donnant la richesse alcoolique ; au-dessus de 15°, tableau de droite, il faut ajouter le chiffre.

La face antérieure de la règle servira à l'aide de ce nombre corrigé à donner la richesse en extrait. La graduation de droite contient les indications œnobarométriques corrigées; en face du chiffre trouvé on placera l'index de la réglette mobile. Alors sur la graduation de la réglette correspondant à la richesse alcoolique en volume on cherchera le titre du vin, et en face de ce titre la graduation gauche de la règle donnera la richesse en extrait.

2° Dosage de l'alcool. *Méthode de Gay-Lussac.* — On mesure 200 centimètres cubes de vin, autant que possible rafraîchi à 15° environ (en le plongeant dans l'eau fraîche) ; si les vins sont très alcooliques (plus de 15°), on en mesure 100 centimètres cubes, qu'on mélange avec 100 centimètres cubes d'eau; on en distille la moitié en condensant la vapeur avec de l'eau très fraîche et renouvelée, en ayant soin d'appuyer l'ouverture de l'éprouvette contre le fond du serpentin, afin d'éviter l'évaporation de l'alcool (il vaut mieux au lieu d'éprouvette employer des ballons jaugés). Le produit de la distillation est rafraîchi dans de l'eau à 15° environ et ramené exactement à 200 centimètres cubes avec de l'eau distillée. On détermine exactement la température avec un thermomètre, qui ne serve qu'à cet usage, essuyé avec un linge propre; l'alcoomètre doit de même être essuyé avec un linge fin légèrement imprégné d'alcool. On le plonge dans le produit distillé, et on lit au-dessous du ménisque; on corrige l'indication de la température d'après la table (368) et après correction le chiffre obtenu est la quantité d'alcool pour cent en volume; si l'on n'a pris que 100 centimètres cubes de vin, il est nécessaire de doubler le degré.

Il est essentiel de prendre le degré alcoolique à la température où l'on a mesuré le vin.

Les vins acides ou piqués seront saturés par du carbonate de potassium avant la distillation.

M. Pasteur distille 200 centimètres cubes en recueillant 100 centimètres cubes qu'il mélange avec 50 cc. d'eau de chaux et 50 cc. d'eau distillée; il redistille ces mélanges en recueillant 100 cc., dont il détermine le titre alcoolique.

Méthode de l'ébullioscope (Malligand). — On fixe l'échelle mobile de façon que le zéro coïncide avec le bout de la colonne mercurielle lorsque de l'eau introduite dans l'appareil est en ébullition depuis quelques minutes. On rince avec le vin et l'on introduit le vin dans la bouillotte jusqu'au trait marqué, puis l'on fait bouillir après avoir introduit de l'eau froide dans le réfrigérant. La colonne mercurielle s'étant fixée pendant 2 ou 3 minutes, on lit le titre sur l'échelle. Les résultats sont exacts si la pression est voisine de 0,76. Les vins chargés en couleur ou liquoreux doivent être coupés de leur volume d'eau; les vins de liqueur de 3 volumes d'eau. On ramène par le calcul le titre au volume de vin primitif. A défaut d'un instrument spécial, on peut se servir des renseignements contenus dans la table 370.

L'ébullioscope différentiel Amagat comprend deux chaudières, l'une renfermant l'eau distillée, l'autre le vin; le contrôle du zéro se fait ainsi pendant l'opération. On rince l'appareil de droite avec un peu de vin, puis on y verse 50 cc. de vin; à gauche on met 15 cc d'eau distillée; on remplit le réfrigérant d'eau froide. On règle à l'aide de la vis la colonne mercurielle de gauche en face du petit trait (du grand trait pour l'eau et les alcools dilués) et à droite on lit le titre alcoolique. De temps en temps on vérifie le 0^0 en mettant à droite 15 cc. d'eau distillée et amenant le 0^0 de l'échelle en face du mercure; on desserre alors la vis de gauche et on ramène le grand trait de la réglette mobile en face du mercure du thermomètre gauche. On nettoie de temps en temps les chaudières avec un peu de potasse et d'eau, qu'on fait couler jusqu'à ce que l'eau sorte bien claire; on rince bien ensuite. La lampe doit brûler de l'alcool à 87^0-92^0 et la mèche doit toucher le fond de la chaudière.

Pour les vins riches en extrait, il est prudent de les dédoubler avec de l'eau en les essayant à l'ébullioscope.

3° Platrage. — La loi du 11 janvier 1891, dite loi Brousse, a fixé à 2 grammes de sulfate de potassium par litre la *limite* du plâtrage pour les vins mis en vente ou livrés. S'il se trouve en outre dans le vin un excès d'alumine provenant du plâtrage, le vin pourra être considéré comme renfermant de l'alun.

On emploie, à l'effet de vérifier si le vin dépasse cette limite, une solution contenant, par litre. 4gr,781 de chlorure de baryum anhydre, ou 5gr,608 de sel cristallisé, et 10 cc. d'acide chlorhydrique; 10 cc. de cette liqueur, équivalant à 4 centigrammes de K^2SO^4, sont ajoutés à 20 cc. de vin : le mélange filtré ne doit plus précipiter par le chlorure barytique.

••

La liqueur titrée de chlorure de baryum se vérifie soit en mélangeant 20 cc. avec 9cc,2 de liqueur normale-décime d'acide sulfurique : le mélange filtré ne doit plus renfermer de quantité notable de baryte ou d'acide sulfurique; soit en évaporant dans une capsule de platine 25 cc. de liqueur avec un petit excès d'acide sulfurique, et calcinant au rouge : on doit avoir 0gr,1235 de sulfate de baryum.

D'après M. Marty, les vins naturels renferment de 0gr,194 à 0gr,583 de sulfate de potassium par litre. Par conséquent, dans un tube à essais on introduit 25 cc. de vin, et on ajoute 1 cc. 1/2 du liquide barytique de Marty [1]. Sur un petit filtre on verse le liquide et on essaye les premières gouttes qui passent avec ce liquide barytique; s'il ne se forme pas de précipité, le vin n'est pas plâtré; s'il s'en forme un, à 25 centimètres cubes de vin placé dans un nouveau tube à essais on ajoute 2 cc. 1/2 de liquide titré, on filtre et on essaye de nouveau; s'il ne se fait aucun précipité, le vin est légèrement plâtré, au-dessous de 1 gramme de sulfate de potassium; s'il s'en fait un, dans un nouveau tube à essais on met 25 cc. de vin et 5 cc. de liquide titré; on filtre et on essaye; s'il se fait un précipité, c'est que le vin tient plus de 2 grammes de sulfate de potassium et doit être refusé, aux termes de la circulaire ministérielle.

Il est souvent important de déterminer à peu près la quantité de sulfate de potassium que renferme un vin, afin de le couper de manière à ne pas dépasser la dose limite dans le produit vendu. Le procédé rapide consiste à opérer avec deux séries de cinq tubes à essais et cinq entonnoirs munis de filtres en papier. Dans les cinq tubes on verse 10 centimètres cubes de vin ; puis dans le 1er tube on ajoute 1 centimètre cube de la liqueur de M. Marty, équivalant à 1 gramme par litre de sulfate de potasse; dans le 2e on met 2 cc.; dans le 3e, 3 cc., et ainsi de suite. Après quelques heures on filtre le contenu des cinq tubes dans les cinq tubes correspondants de la 2e série, puis à chacun des liquides clairs on ajoute quelques gouttes de la liqueur barytique.

Si les nos 3, 4 et 5 donnent des précipités, tandis que les nos 1 et 2 n'en donnent pas, on en conclut que le vin est plâtré entre 2 et 3 grammes; on peut pousser le dosage plus loin, en répétant ces opérations avec les cinq tubes et prenant 2cc,2 de liqueur barytique dans le 1er, 2,4 dans le 2e, 2,6 dans le 3e, et ainsi de suite; mais il est rare que les nécessités commerciales exigent les décimales.

4° Recherche de l'acide salicylique. — A 50 cc. de vin on ajoute 2 à 3 cc. de perchlorure de fer officinal et 1 ou 2 gouttes d'acide chlorhydrique; on agite avec 25 cc. d'éther ou mieux de chloroforme qu'on décante et qu'on lave à l'eau une ou deux fois; on évapore le dissolvant à froid et on ajoute 1 goutte de perchlorure de fer dilué

1. Il se compose de chlorure de baryum cristallisé 14gr,007 et 50 cc. d'acide chlorhydrique par litre : 10 cc. équivalent à 0gr 1 K^2SO^4.

à la teinte jaune-paille, qui donne avec l'acide salicylique une belle coloration violette.

5° Recherche de la couleur. — Nous donnons ici une méthode sommaire pour s'assurer que le vin n'est pas coloré artificiellement.

a. On dépose une goutte de vin sur un bâton de craie albuminée, préparé en trempant dans l'albumine à 10 % un bâton de craie, laissant sécher à 100° et grattant la couche superficielle. Tout vin donnant une tache verdâtre, violacée ou rose sera suspect.

b. On sature 30 cc. de vin avec de l'eau de baryte, jusqu'à coloration verte et on agite avec 15 cc. d'éther acétique ; on laisse reposer. Tout vin qui colore l'éther acétique doit être rejeté : il renferme un dérivé basique du goudron de houille.

c. On additionne 50 cc. de vin d'un excès d'ammoniaque et on agite avec 25 cc. d'alcool amylique pur : si l'alcool amylique se colore, on a affaire à l'orseille, ou à un dérivé du goudron de houille, généralement azoïque.

d. On mesure 4 cc. de vin, on fait virer au violet par du carbonate sodique dilué, on ajoute 2 cc. d'alun à 10 % et 2 cc. de carbonate sodique à 10 %; on filtre: toute laque violacée ou bleue, tout liquide qui n'est pas franchement vert-bouteille, doivent faire suspecter le vin, qui renferme probablement campêche, cochenille, phytolacca, sureau, etc. Le liquide filtré est ensuite acidulé par l'acide sulfurique et examiné au spectroscope : on y reconnaît aisément la bande caractéristique du dérivé sulfoconjugué de la fuchsine (table 374).

e. A 4 cc. de vin on ajoute 1 cc. d'alun, puis du carbonate de sodium jusqu'à formation d'un précipité, qu'on redissout dans un petit excès d'acide acétique. Un vin qui donne une coloration violet pur doit être suspecté de renfermer du sureau, hièble, troène, myrtille, mauve noire.

(372) *Analyse complète du vin.*

On pratiquera d'abord l'analyse sommaire indiquée plus haut, et qui donnera de précieuses indications sur la marche à suivre pour l'analyse; on fera ensuite les dosages suivants. Nous comptons les résultats en grammes par litre; en Allemagne, il est de règle de les compter en grammes par 100 cc. à 15°.

6° *Extraits.* — L'extrait se détermine à 100° ou dans le vide.

Pour l'extrait à 100°, nous conseillons des capsules cylindriques, en platine, de 7 centimètres de diamètre sur 25 millimètres de profondeur. On y mesure 25 cc. de vin, qu'on évapore pendant 7 heures, dans un bain-marie muni d'un niveau constant et d'une grille affleurant exactement le niveau de l'eau, de sorte que le fond de la capsule plonge dans l'eau et que la capsule elle-même soit entourée de vapeur d'eau. C'est le procédé qui,d'après nos essais, assure la dessiccation la plus régulière et la plus complète. L'augmentation de poids, multipliée par 40, donne l'extrait à 100° par litre.

En Allemagne, on emploie des capsules de platine de forme surbaissée, de 85 millimètres de diamètre et 20 millimètres de haut, pesant environ 30 grammes; on évapore 50 cc. de vin au bain-marie et on chauffe encore 2 heures 1/2 à l'étuve à eau bouillante. Pour les vins riches en sucre (plus de 5 grammes par litre), on prend des quantités de vins telles, que l'on ait 1 gramme à 1gr,5 d'extrait. Ce procédé est moins régulier que le nôtre.

Pour l'extrait dans le vide, le mieux est d'employer des vases en verre spéciaux, que l'on obtient en faisant couper des becherglas de 7 centimètres de diamètre à 15 millimètres du fond, et rodant le bord. On tare ces vases, et on marque le poids trouvé, ainsi qu'un numéro d'ordre, au moyen d'un diamant. La tare ne change que de quelques milligrammes dans l'espace d'un mois. Dans ce vase on introduit 10 cc. de vin, et on maintient dans le vide sur l'acide sulfurique renouvelé chaque jour, pendant deux jours, puis encore deux ou trois jours sur l'anhydride phosphorique.

Pour les vins riches en sucre, on prend seulement 5 cc., ou on opère dans des vases plus grands et de même forme.

7° *Cendres.* — On incinère l'extrait à 100°, contenu dans la capsule de platine, à la température du rouge sombre.

Les vins dont les cendres ne sont pas blanches à la simple calcination renferment en général du chlorure de sodium.

Aux cendres obtenues on ajoute 5 cc. d'acide sulfurique normal-décime, on laisse digérer à une douce chaleur, puis on titre l'excès d'acide et on calcule l'alcalinité en carbonate de potassium.

On recherche ensuite par évaporation avec un peu de carbonate de sodium l'acide borique (table 174).

On peut doser le chlore par le sulfocyanure sur 25 à 50 cc. de vin sursaturés par du carbonate de sodium, évaporés et incinérés (table 261).

Une analyse complète des cendres exige au moins 200 cc. de vin; il y a lieu de doser les acides sulfurique et phosphorique, le chlore, la silice, la chaux, la magnésie, la potasse, la soude, l'alumine et l'oxyde de fer.

On doit distinguer les cendres solubles et insolubles dans l'eau.

Pour les phosphates, on incinère 25 à 50 cc. Si les cendres sont alcalines, on les reprend par l'acide nitrique et on dose par le molybdate. Si elles sont peu alcalines, on incinère avec un peu de carbonate de sodium et de salpêtre.

8° *Sulfates.* — Ce dosage s'effectue par pesée, sur 100 à 200 cc. de vin (suivant la quantité trouvée à l'essai préliminaire); en acidulant par 1 cc. d'acide chlorhydrique, chauffant vers 90° et ajoutant 3 cc. pour 200 cc. de chlorure de baryum à 10 o/o par gramme de sulfate trouvé (371, 3°) on chauffe encore 2 heures et on filtre; le poids de sulfate de baryum trouvé, multiplié par 0,7473, donne le sulfate de potassium correspondant.

9° *Sucre.* — On peut opérer soit avec le résidu du dosage de l'alcool, ramené au volume primitif, soit avec le vin; si le vin est incomplète-

ment fermenté, on le sature au violet-bleuâtre par du carbonate de sodium, on ajoute 10 grammes de noir pur, on évapore à 50 cc., on filtre, et on lave le noir à l'eau distillée bouillante pour compléter 100 cc.

S'il est peu sucré, le vin (ou le résidu de la distillation ayant servi au dosage de l'alcool par le procédé de Gay-Lussac, et ramené au volume primitif, 200 cc.), est directement traité par 10 grammes de noir animal et filtré. Le liquide est examiné au polarimètre; sur une autre partie on dose le glucose par la liqueur de Fehling; enfin 50 cc. sont fermentés complètement, puis soumis à la dialyse; on met de l'autre côté de la membrane au moins 400 à 500 cc. d'eau; il n'est pas nécessaire d'employer de l'eau distillée. Le lendemain on examine au polarimètre le liquide resté sur le dialyseur; s'il y a addition au vin de glucose commercial, la dextrine non dialysable qui ne fermente pas, dévie à droite le plan de polarisation; avec addition de vin de raisins secs, les corps lévogyres non dialysables que celui-ci renferme donneront une déviation à gauche.

La méthode officielle allemande prescrit de décolorer les vins peu sucrés par le noir, et les autres par le sous-acétate de plomb dont l'excès est précipité par du carbonate de sodium; on titre au Fehling. Si l'interversion indique la présence de saccharose, on l'intervertit par l'acide chlorhydrique, on dose au Fehling et on calcule la différence des deux dosages en saccharose.

Le dosage direct de la glucose dans les vins n'est pas absolument entravé par les tannins du vin, mais par leur présence la liqueur se colore en vert et la fin de la réaction est plus difficile à reconnaître : dans les vins blancs, par exemple, le procédé Soxhlet ou Aimé Girard (pesée du sous-oxyde de cuivre ou du métal) est très praticable; dans ce cas il faut ajouter au vin du carbonate de sodium.

La méthode allemande prescrit, pour l'examen polarimétrique, de traiter 60 cc. de vin blanc par 3 cc. de sous-acétate de plomb, de filtrer et à 31,5 cc. du liquide clair d'ajouter 1 1/2 cc. de carbonate de sodium saturé. On filtre, on examine au tube de 20 centimètres et on multiplie le résultat par 11/10 (en ajoutant 1/10e au chiffre trouvé). Pour les vins rouges, on prend 60 cc. de vin, 6 cc. de sous-acétate; à 33 cc. de liquide filtré on ajoute 3 cc. de carbonate de sodium, on filtre, on examine et on ajoute au chiffre trouvé 1/5e de sa valeur.

Si la déviation dépasse + 20′ au tube de 20 centimètres, on évaporera 210 cc. de vin avec quelques gouttes d'acétate de potassium à 20 o/o, à consistance sirupeuse au bain-marie; on ajoute peu à peu en remuant 200 cc. d'alcool à 90°, on décante le liquide clair pour le distiller et l'évaporer à 5 cc.; on ajoute 15 cc. d'eau, on décolore au noir, on filtre; avec les eaux du lavage on complète 30 cc. Ce liquide est examiné; s'il marque plus de + 30′, il renferme de l'amyline; il est prudent de le faire fermenter et d'examiner ensuite.

Si le vin devient laiteux et dépose des grumeaux par son mélange avec 2 1/2 volume d'alcool à 90 pour 100, on l'évapore à consistance sirupeuse, on épuise le résidu par l'alcool à 96 pour 100, et la gomme arabique ou la dextrine restante est reprise par l'eau, saccharifiée sous pression avec l'acide chlorhydrique ; le sucre, dosé au Fehling, est calculé en gomme ou en dextrine.

10° *Acidité.* — On sature par la soude-décime 200 à 400 cc. d'eau, en présence de phtaléine du phénol (page 466) jusqu'à coloration violette persistante; on y fait couler 10 cc. de vin et on ramène au violet persistant par la soude-décime : les vins rouges sous l'action de l'alcali passent au violet, puis au gris-souris, et le virage au violet est facile à saisir si l'on a mis assez de phtaléine. Si le vin est trop coloré, on pratique des touches avec le papier de tournesol, jusqu'à ce que la tache soit bleue.

On peut de même déterminer l'acidité de l'extrait dans le vide, repris par l'eau tiède : on dilue à 200 ou 400 cc, et on titre ; on déduit le volume d'alcali nécessaire pour faire virer au violet le même volume d'eau.

Les acides volatils se dosent en saturant par un alcali 20 cc. de vin, qu'on concentre au bain-marie dans une cornue traversée par un courant d'air ; on ajoute un excès d'acide phosphorique sirupeux et on distille à sec : dans le produit distillé on dose l'acidité qu'on calcule en acide acétique. Suivant l'âge des vins, on trouve de $0^{gr},4$ à $0^{gr},5$ d'acide acétique par litre.

L'acidité du vin s'évalue ordinairement en acide sulfurique SO^4H^2 par litre. En Allemagne on l'évalue en acide tartrique pour 100 cc., et on la détermine par les touches au papier de tournesol. Les acides volatils se dosent par distillation avec la vapeur d'eau et titrage, et se calculent en acide acétique.

L'acidité en acide sulfurique $\times$ 1,53 = acidité en acide tartrique, et inversement celle-ci $\times$ 0,653 = acidité en acide sulfurique. Si l'on compte l'acidité en SO^3, celle-ci $\times$ 1,875 = acidité en acide tartrique. L'acidité en acide acétique $\times$ 0,817 = acidité en H^2SO^4.

11° *Tartre.* — Dans un ballon on verse 20 cc. de vin avec 80 cc. d'un mélange d'alcool absolu et d'éther à 65°, à volumes égaux, puis on laisse reposer 24 heures. Après ce temps on recueille sur un filtre le précipité, qui est du bitartrate de potassium, on le lave avec le mélange éthéro-alcoolique, on dissout dans l'eau, et on détermine l'acidité par la potasse normale-décime dont 1 cc. $= 0^{gr},01881$ de tartre dans 20 cc. ou 0,94 par litre ; on ajoute par litre $0^{gr},2$ correspondant au tartre dissous par l'alcool éthéré.

En Allemagne, on prend 20 cc. de vin et 200 cc. d'un mélange à parties égales d'éther et d'alcool absolus.

12° *Acide tartrique libre.* — On le recherche en saturant 200 cc. de vin de tartre pur, finement divisé, filtrant après 6 heures et ajoutant 2 gouttes d'acétate de potassium : l'acide tartrique libre donne un précipité au bout de [illegible] si la température n'a pas changé.

Pour le doser, à 2 [illegible] ajoute 2 gouttes d'une solution

alcoolique à 20 o/o d'acétate de potassium et 80 cc. d'alcool éthéré; on termine comme un dosage de tartre. En retranchant du nombre de centimètres cubes trouvés ceux que nécessitait le tartre, la différence, multipliée par 0gr,75, donne l'acide tartrique en grammes par litre.

Nota. — On doit laisser le bitartrate se déposer pendant 72 heures, à une température constante entre 0 et 10°; faciliter ce dépôt en ajoutant dès l'abord une pincée de gros sable quartzeux bien lavé, et remuant tous les jours plusieurs fois.

13° *Glycérine*. — On évapore 250 cc. de vin avec quelques grammes de chaux éteinte ou d'hydrate de baryte dans le vide sec, et on reprend le résidu solide par un mélange de 100 cc. d'alcool à 92° et 150 cc. d'éther à 62°. On filtre, on évapore sans chauffer; on fait passer dans une capsule tarée, on évapore dans le vide sur l'acide sulfurique, puis sur l'anhydride phosphorique, et on pèse la glycérine pure.

Si les vins sont plâtrés, ce procédé devient inapplicable. Dans ce cas, on évapore 250 cc. de vin au cinquième de leur volume, on ajoute de l'acide hydrofluosilicique, un volume d'alcool; on filtre, puis on ajoute un excès d'eau de baryte; on évapore dans le vide sur du sable quartzeux, enfin on reprend par 300 cc. d'un mélange d'alcool et d'éther purs et anhydres, à volumes égaux. On évapore ce liquide et on maintient 24 heures le résidu dans le vide sec sur l'anhydride phosphorique; on pèse la glycérine pure ainsi obtenue (H. Raynaud). On multiplie le poids de glycérine par 4 pour le ramener au litre

Il est préférable de peser la glycérine dans une nacelle tarée assez grande, qu'on introduit ensuite dans un tube chauffé à 180° et où on fait le vide. On pèse après 2 heures; la différence de poids donne exactement la glycérine.

En Allemagne, on évapore 100 cc. de vin dans une capsule spacieuse à fond rond, et quand il ne reste plus que 10 cc., on ajoute un excès de lait de chaux et du sable lavé, et on termine l'évaporation; le résidu broyé est repris au bain-marie par 50 cc. d'alcool à 96°, recueilli sur un filtre et épuisé par de petites quantités d'alcool dont on a en tout 100-200 cc.; on distille, on reprend le résidu sirupeux par 10 cc. d'alcool absolu, on filtre, on ajoute 15 cc. d'éther, on laisse déposer, on filtre et on évapore; on sèche 1 heure à l'étuve et on pèse.

14° *Acide succinique*. — On évapore dans le vide 250 cc. de vin sur du sable, on épuise par l'éther anhydre (environ 250 cc. en plusieurs fois), on filtre, on évapore à sec sans chauffer et on titre le résidu par la potasse normale-décime dont 1 cc. = 0gr,0059 d'acide succinique, soit 0,0236 par litre.

15° *Tannin*. — On sature partiellement par un alcali 10 cc. de vin de manière à ne laisser qu'une acidité correspondant à 3 grammes par litre, en H^2SO^4 : on ajoute 1 cc. d'acétate de sodium à 40 pour 100, puis goutte à goutte, tant qu'il se fait un précipité, une solution

de perchlorure de fer à 10 pour 100, dont une goutte = 0gr,05 de tannin.

Les vins jeunes doivent être dépouillés de l'acide carbonique par agitation.

Les autres procédés de dosage du tannin sont longs et pas beaucoup plus exacts que celui que nous décrivons, et qui est recommandé, concurremment avec celui de Neubauer, par l'Instruction officielle allemande sur l'analyse des vins.

Les tannins du vin sont solubles dans l'éther et se colorent en vert par le perchlorure de fer.

16° *Acide malique.* — On concentre à moitié 50 cc. de vin, on sursature par du carbonate de sodium ; dans une fiole jaugée de 50 cc. on introduit le vin saturé, les eaux de lavage, puis 5 cc. de chlorure de baryum à 10 pour 100; on complète avec de l'eau jusqu'au trait, on agite et on laisse reposer : après 24 heures on prélève 25 cc., qu'on évapore à sec au bain-marie avec un excès d'acide chlorhydrique; on reprend par l'eau et on titre alcalimétriquement. Dans ces conditions il ne reste comme acides fixes que les acides malique et citrique : le vin ne renferme pas normalement ce dernier, et sa présence indiquerait l'addition de baies végétales. Dans ce cas, on séparerait facilement les deux acides, en concentrant le liquide alcalin, précipitant par le chlorure de calcium et l'alcool, et lavant le précipité à l'eau de chaux bouillante qui dissout le malate et laisse le citrate de calcium.

(373) *Falsification du vin.*

Les falsifications du vin sont nombreuses, et il est nécessaire de distinguer deux cas : ou le vin est vendu comme naturel, et il faut vérifier si le vin est réellement du cru et de l'année indiqués, ou c'est un vin de coupage ou de soutirage, et dans ce cas le chimiste ne peut répondre qu'à cette question : Y a-t-il eu manipulation frauduleuse ou addition d'eléments étrangers au vin ?

Dans tous les cas, l'analyse chimique devra être éclairée par les avis de la dégustation. Les questions à poser aux dégustateurs sont celles-ci : 1° Le vin est-il naturel ou de coupage, et dans ce cas quels sont les éléments dominants du coupage ? 2° Est-il limpide et a-t-il subi des maladies ? 3° A-t-il été l'objet de manipulations frauduleuses, mouillage, vinage, etc. ?

Les maladies du vin sont décelées par l'examen microscopique des dépôts et du fond des bouteilles.

Mouillage. — L'addition d'eau est facile à reconnaître dans les vins naturels, par la comparaison avec un vin de même origine et de même année. La comparaison entre les différents éléments des deux vins indiquera la proportion d'eau ajoutée. Dans le cas des vins de soutirage dont il est impossible de reproduire un type conforme, l'appréciation du mouillage se base sur la dégustation et sur les rapports que présentent entre eux les divers éléments. M. Gautier a indiqué, comme

règle empirique, que dans les vins français, à l'exception de quelques petits vins du Midi, du cépage dit aramon, en additionnant le degré alcoolique avec le chiffre exprimant l'acidité en acide sulfurique, le total doit être de 13 au moins; pour les vins plâtrés on retranche de l'acidité 0gr,2 par gramme de sulfate de potassium. Nous ajouterons à cette règle que, dans les coupages où entrent des vins étrangers, forts en alcool et la plupart vinés, le chiffre s'élève à 17, d'après nos observations: la dégustation indiquera le vinage et la présence des vins étrangers. Enfin à Paris on peut se baser sur l'usage commercial de vendre les soutirages en gros, au titre moyen de 11 à 13° d'alcool et 22 à 26 grammes d'extrait, et de les mouiller au cinquième pour la vente au détail.

Vinage. — Le vinage se caractérise par la dégustation et par la modification du rapport de l'alcool (en poids) à l'extrait; quand ce rapport est supérieur à 4,5 pour un vin rouge, on peut affirmer que le vin est viné. En Allemagne on admet que la glycérine forme les 7 à 14 pour 100 de l'alcool, et que si on en trouve moins de 7 pour 100, le vin est manifestement viné.

Sucrage. — Le sucre se transformant par la fermentation en alcool et glycérine, on reconnaît son addition, comme celle de l'alcool, par la modification du rapport de l'alcool à l'extrait. Si le sucre employé n'est pas pur, on retrouve dans le vin ses impuretés; le sucre de fécule laisse une forte proportion de dextrine non fermentée, qui se retrouve par l'examen au polarimètre (le vin dévie fortement à droite, surtout après dialyse), ou en pratiquant le procédé de Neubauer au complet.

Pétiotisage. — Les vins de seconde cuvée, préparés en ajoutant au marc du sucre et de l'eau, se comportent à peu près comme des vins mouillés et vinés; l'insuffisance de l'extrait, du tartre, de la glycérine et la dégustation suffisent à les caractériser, ou au moins à les distinguer des vins purs.

Gallisage. — Gall admet qu'un bon moût doit renfermer 24 pour 100 de sucre et 0,6 pour 100 d'acide; et un moût médiocre 18 à 20 pour 100 de sucre et 0,5 à 0,6 d'acide: on ajoute au moût les quantités d'eau et de sucre nécessaires pour diminuer son acidité et ramener sa composition au chiffre normal. Les vins gallisés ont à peu près les mêmes caractères que les vins pétiotisés.

Vins de raisins secs. — Les vins de raisins secs renferment un excès de sucre, de cendres et d'extrait; aussi les vine-t-on généralement. La dégustation les reconnaît très facilement, même dans les coupages. En général ils renferment très peu de glycérine.

Scheelisage. — L'addition de glycérine se reconnaît par le dosage de ce corps : elle doit former le 10e au 14e du poids de l'alcool; si on en trouve plus, on peut affirmer l'addition de glycérine, dont on ajoute d'ailleurs des doses assez notables pour adoucir et corser le vin.

Autres fraudes. — Les vins aigris sont saturés par des alcalis: on reconnaît cette fraude à l'examen des cendres.

On sale les vins pour masquer le mouillage. Un vin naturel renferme très rarement plus de $0^{gr},1$ de chlorure de sodium ; la limite légale est de 1 gramme par litre. On fera le dosage du chlore et de la soude dans les cendres. Le poids du chlorure d'argent $\times 0,5272 = KCl$, et $\times 0,4080 = NaCl$.

La présence de chlore peut provenir également du déplâtrage du vin par le chlorure de baryum : alors il se produit du chlorure de potassium. Dans les vins déplâtrés par le chlorure ou le carbonate de baryum, l'alcalinité des cendres est toujours faible, et inférieure à 1/2 gramme de carbonate de potassium. En outre, le déplâtrage par le carbonate de baryum introduit dans le vin des quantités appréciables de baryte, qu'on retrouve dans les cendres.

Les cendres qui renferment une quantité notable de chlorures ont un aspect fondu caractéristique.

L'addition d'alun se fait rarement seule : elle accompagne généralement la coloration par le sureau.

Pour doser l'alumine, on acidule le vin par l'acide acétique, on précipite par un léger excès d'acétate de plomb, on filtre, on enlève l'excès de plomb par l'acide sulfurique, et dans le liquide filtré on précipite par le carbonate de sodium l'alumine (et l'oxyde de fer) : si ce dernier était abondant, on le séparerait par dissolution dans la potasse et précipitation de l'alumine par le sel ammoniac. L'alumine lavée et calcinée est pesée. Un vin normal ne renferme que $0^{gr},02$ au plus d'alumine ; tout vin qui en renferme plus de $0^{gr},05$ à $0^{gr},1$ devra être considéré comme aluné. Le poids de l'alumine multiplié par 9,23 donne celui de l'alun de potasse, ou par 8,82 celui de l'alun d'ammoniaque.

Parmi les agents conservateurs, on n'emploie guère que l'acide salicylique, dont nous avons décrit le mode de recherche ; le borax, qui donne aux cendres un aspect fondu, et se recherche par la coloration verte de la flamme, en traitant les cendres par l'acide sulfurique et l'alcool ; enfin l'acide sulfureux, qui se retrouve comme dans la bière (table 378).

L'addition d'acide sulfurique libre se fait fréquemment, et ne peut se prouver que si, en l'absence de l'alunage, la teneur des cendres du vin en acide sulfurique est inférieure à la quantité trouvée par le dosage direct sur le vin. En outre, il y a lieu de rechercher l'arsenic que renferment toujours les acides commerciaux.

L'addition d'acide tartrique se décèle par le dosage de l'acide tartrique libre (**372, 12°**), dont les vins ne renferment que des quantités très faibles, et seulement si les raisins dont ils proviennent n'étaient pas mûrs.

Les additions de cidre et de poiré se reconnaissent d'une part à l'odeur de l'alcool distillé, d'autre part à l'insuffisance du tartre et à la richesse en acide malique.

Enfin il y a lieu de rechercher l'acide oxalique, introduit par les fleurs de *Bassia latifolia*, qui servent à faire une piquette grossière dans le genre des vins de raisins secs, ou bien par les baies de phytolacca, employées à colorer le vin. Le vin traité par le chlorure de

calcium et l'acide acétique laissera déposer l'oxalate de calcium, qui sera rassemblé sur un filtre et pesé.

(374) *Étude de la matière colorantè.*

La marche sommaire donne déjà des indications utiles sur le groupe de matières colorantes à rechercher spécialement.

Si, par exemple, la réaction *b* est suspecte, et qu'il y ait lieu de procéder à la recherche d'un dérivé basique du goudron de houille, on prend 150 cc. de vin suspect et on les sature par un léger excès d'eau de baryte, ou avec une solution aqueuse de potasse ou de soude, de manière à rendre la liqueur complètement alcaline. La nuance du précipité obtenu avec l'eau de baryte peut, jusqu'à un certain point, fournir un indice sur les matières colorantes autres que celles qui dérivent de l'aniline et qui sont employées à colorer les vins, campêche, cochenille, etc.; puis on ajoute 25 à 30 cc. d'éther acétique ou d'alcool amylique, on agite et on laisse reposer. On décante l'éther, ou alcool amylique, on filtre et on évapore rapidement en présence d'un fil de laine ou d'un mouchet de soie composé de quelques fils de soie (3 ou 4 au plus).

La liqueur éthérée ou l'alcool amylique prend le plus souvent une coloration plus ou moins rosée, surtout si l'on n'a pas ajouté au vin un trop grand excès de baryte; il est bon de s'arrêter quand le précipité devient vert. La coloration rosée, très sensible surtout avec l'alcool amylique, s'aperçoit très aisément lorsqu'on regarde horizontalement la surface de séparation du vin et du liquide ajouté.

Le passage de la solution éthérée à travers un papier à filtre a pour but d'enlever toutes traces de liqueur-mère aqueuse qui pourrait masquer ou modifier la teinte déposée sur le tissu.

Lorsqu'on a obtenu sur la laine ou sur la soie une coloration rouge, il suffit, pour distinguer si cette teinte est fournie par la rosaniline ou la safranine, de verser sur le tissu quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré. La rosaniline se décolore et donne une nuance feuille morte; l'eau en excès ramène la couleur primitive. La safranine passe, dans les mêmes conditions, au violet, au bleu foncé, et enfin au vert clair. En ajoutant peu à peu de l'eau, les mêmes phénomènes de coloration se reproduisent dans l'ordre inverse; enfin, une plus grande quantité d'eau régénère la couleur primitive.

La safranine et quelques autres matières colorantes dérivées du goudron ayant peu d'affinité pour la laine, il est bon de faire les essais de teinture: 1° avec la laine; 2° avec la soie.

Les violets solubles dans l'eau donnent, par le même réactif, une coloration bleu-verdâtre, puis jaune; l'eau en excès donne une solution violette.

La mauvaniline fournit, avec l'acide chlorhydrique, une nuance d'abord bleu-indigo, puis jaune, plus feuille morte que celle produite ec la rosaniline; l'eau en excès fait virer la solution au violet-rouge.

chrysotoluidine ne se colore que très peu par l'acide chlorhy-

drique, pour la caractériser, il suffit de faire bouillir la solution ou le tissu teint avec un peu de tuthie ou poudre de zinc : les bases donnent des leucodérivés incolores, tandis que celui qui est produit par la chrysotoluidine se colore au contact de l'air.

Le brun d'aniline (brun de phénylène-diamine) se fixe directement sur le tissu avec une couleur jaune-rouge ; au contact de l'air ou avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique étendu, la nuance vire au brun-rouge foncé. La solution acétique un peu concentrée teint également en brun-rouge ; en solution étendue, la nuance qui se fixe est brun-jaune.

Enfin ajoutons, en terminant, que, pour distinguer la rosaniline et autres similaires d'avec la cochenille, il suffira de verser quelques gouttes d'hydrosulfite de sodium : les sels de rosaniline sont entièrement décolorés, tandis que la teinte rose de la cochenille n'est détruite que très lentement.

Si l'essai *c* donne une coloration, on opère de même sur 100 à 150 cc. de vin, ou sur le résidu de la distillation de l'alcool ; on ajoute un petit excès d'ammoniaque, jusqu'à virage complet, puis 30 cc. d'alcool amylique. On agite, on laisse les couches se séparer, on décante la couche inférieure, on lave l'alcool avec un peu d'eau, on le filtre et on l'évapore de préférence dans le vide, ou au bain-marie, avec quelques centimètres cubes d'eau, une goutte d'acide acétique et un mouchet de soie. On caractérise alors les dérivés azoïques, qui colorent l'alcool amylique en orange ou en rouge, soit sur le mouchet, soit sur la couleur déposée sur les parois de la capsule, au moyen d'une goutte d'acide sulfurique concentré. Si la teinture est rose et que l'acide sulfurique donne une coloration bleue, verte ou violette, on a affaire au rouge de Biebrich ; si la teinture est grenat, c'est du bordeaux ou de la roccelline.

Enfin si l'alcool amylique est violet, et le vin également, il y a lieu de rechercher l'orseille, en agitant directement le vin avec de l'éther ; on décante et on traite l'éther par l'ammoniaque, qui donne une coloration violette.

Si le vin devient violet, sans colorer l'alcool amylique, il y a lieu d'agiter en liqueur acide avec l'éther acétique ou l'alcool amylique, et de rechercher la coralline rouge, ou la cochenille, par le spectroscope.

Le campêche peut se confondre avec ces diverses couleurs ; on le reconnaît à ce que, en agitant le vin avec l'éther, celui-ci se colore en jaune et donne un liquide rouge par l'ammoniaque : de plus, le vin vire au violet par le bichromate de potassium.

Le fernambouc se comporte à peu près comme le campêche.

Dans les mêmes conditions, le vin colore quelquefois l'éther en rouge, mais l'ammoniaque fait virer cette couleur au jaune-orange.

Le dérivé sulfoconjugué de fuchsine est incolore en liqueur alcaline ; il n'est précipité ni par les sels de mercure, d'alumine ou de baryte, ni par le sous-acétate de plomb ; l'eau oxygénée ne le détruit que très lentement ; enfin le borax ne le fait virer que lentement, et la couleur rose du liquide persiste assez longtemps.

Quant aux réactions qui permettent de distinguer entre elles les couleurs végétales, la distinction étant souvent très difficile, nous renvoyons à l'ouvrage de M. Gautier (*la Sophistication des vins*), et nous indiquerons seulement quelques caractères certains de ces colorants. Le phytolacca donne avec l'alun et le carbonate de sodium une liqueur lilas ou rose, qui est décolorée par l'ébullition ou par l'eau de chaux. Le vin coloré au phytolacca est coloré en violet par le carbonate de soude et l'ébullition détruit cette couleur. De plus le vin falsifié avec ce produit renferme de l'acide oxalique.

Le sureau et l'hièble sont très difficilés à distinguer l'un de l'autre. Les réactions qui les distinguent du vin sont les suivantes : laque bleue par l'alun et le carbonate de sodium, coloration gris-fer par le carbonate de sodium bouillant, teinte bleue ou violette par l'acétate d'alumine. Cette dernière réaction appartient aussi au troène, à la myrtille et à la mauve noire.

Pour reconnaître ces deux derniers produits, on dilue 2 cc. de vin de 18 cc. d'eau, et on ajoute 6 cc. de sulfate de cuivre à 10 pour 100. La plupart des vins purs sont décolorés : la mauve noire, la myrtille et les mûres sauvages des haies donnent une coloration bleue ou violette.

(375) *Vinaigres.*

Le vinaigre se prépare avec du vin ou d'autres liquides alcooliques, soumis à la fermentation acétique, ou bien en diluant l'acide acétique provenant de la distillation du bois.

Son analyse comprend les déterminations suivantes :

Densité. — A l'aide d'un densimètre donnant le millième. Elle doit varier de 1,018 à 1,020 pour les bons vinaigres.

Acidité. — On la détermine par liqueur titrée, en présence de la phtaléine du phénol : si on opère sur 10 cc. de vinaigre dilués, en se servant de la soude normale, le nombre de centimètres cubes multipliés par 6 donne l'acidité en grammes d'acide acétique par litre; ou par 4.9, en acide sulfurique hydraté par litre. Les vinaigres de vin renferment de 55 à 90 grammes d'acide acétique par litre.

La liqueur acétimétrique de Réveil se prépare avec 45 grammes de borax et un peu de soude caustique dans un litre d'eau colorée par du tournesol : 20 cc. saturent 4 cc. d'acide normal de Gay-Lussac.

Dans l'acétimètre on verse 4 cc. de vinaigre jusqu'au trait 0, puis la liqueur de borax jusqu'à la coloration rouge vineuse : la graduation donne le nombre de litres (D = 1,055) d'acide cristallisable dans un hectolitre de vinaigre

Extrait et cendres. — On les détermine comme pour les vins.

Tartre et matières réductrices. — On évapore presque à sec 100 cc. de vinaigre; on reprend le résidu par l'eau de manière à rétablir le volume de 100 cc.

Sur 20 cc. on dose le tartre comme pour les vins; le restant est décoloré au noir et examiné au polarimètre, puis titré au Fehling.

Falsifications. — Les vinaigres de vin renferment de 13 à 20 grammes d'extrait, et le rapport de l'acide acétique à l'extrait est de 4.5 à 5. Si le rapport est plus élevé, il y a addition de vinaigre d'alcool ou d'acide acétique.

Les vinaigres de cidre et de poiré laissent peu d'extrait, ne renferment pas de tartre, mais de fortes quantités de malates, et l'extrait a des caractères spéciaux de goût et d'odeur.

Le vinaigre de bière est faible en acide, très riche en extrait et en dextrine : son extrait sent le malt et le houblon; il ne renferme pas de tartre.

Le vinaigre de glucose contient un excès de glucose, de la dextrine et des sels minéraux, pas de tartre.

Enfin le vinaigre d'acide pyroligneux ne donne ni extrait, ni cendres, ni tartre : celui que l'on fait avec l'acide mal purifié décolore le permanganate et se colore en rose par l'aniline (réaction du furfurol).

On dose l'acide tartrique ajouté comme dans le vin, sur le produit de l'évaporation du vinaigre redissous dans l'eau qui sert au dosage du tartre.

Les acides minéraux se reconnaissent en chauffant pendant une demi-heure 100 cc. de vinaigre avec $0^{gr},05$ de fécule ou d'amidon, puis essayant après refroidissement par l'eau iodée, qui ne donne plus de coloration bleue s'il y a des acides minéraux.

On recherche l'acide sulfurique libre en évaporant au bain-marie 50 cc de vinaigre; le sirop est repris par 50 cc. d'acool absolu, filtré, évaporé dans le vide, et dans le résidu redissous dans l'eau on recherche et on dose l'acide sulfurique (les sulfates étant insolubles dans l'alcool).

On recherche par le même procédé l'acide phosphorique.

Acide chlorhydrique. — On distille 100 cc. de vinaigre en condensant le liquide qui distille; une goutte de nitrate d'argent indique si le vinaigre contient de l'acide chlorhydrique libre. — Le vinaigre contenant rarement plus de $0^{gr},1$ par litre de chlore, un dosage de chlore mettra sur la voie de la falsification.

Acide nitrique. — On chauffe le vinaigre avec son volume d'acide sulfurique concentré, en présence d'une lame ou de tournure de cuivre; s'il y a dégagement de vapeurs nitreuses, c'est que le vinaigre contient de l'acide nitrique.

Enfin les matières âcres se reconnaissent très bien à l'odorat et au goût dans le produit de la saturation du vinaigre par un alcali.

(376) *Dosage de l'acide acétique cristallisable.*

On détermine approximativement le point de solidification de l'acide, en en congelant quelques centimètres cubes dans un tube à essais, que l'on refroidit en le plongeant dans un verre à pied contenant un mélange réfrigérant (table 127); quand l'acide est pris, on le sort du mélange, et on prend son point de fusion avec un thermo-

mètre, lorsqu'il est fondu à moitié. Puis on le remet dans le mélange réfrigérant afin d'avoir des germes de cristaux.

On refroidit ensuite une autre portion d'acide à 1 degré au-dessous du point déterminé comme il vient d'être dit; on y projette un fragment de cristal d'acide solide, et avec un thermomètre donnant le dixième de degré, on prend le point exact de solidification de l'acide. La table suivante donne alors la quantité d'eau ajoutée à 100 parties d'acide cristallisable (à 100 pour 100), dans le mélange constituant l'acide examiné.

Eau °/₀.	Température.	Eau °/₀.	Température.	Eau °/₀.	Température.
0	+16,7	5	+9,4	12	+2,7
0,5	15,9	6	8,2	15	—0,2
1	14,8	7	7,1	18	2,6
1,5	14	8	6,2	21	—5,1
2	13,2	9	5,3	24	7,4
3	12	10	4,3		
4	10,5	11	3,6		

Bien entendu, l'acide doit être pur et exempt d'acide sulfurique, d'alcool et de sels, notamment d'acétate de sodium ou d'ammonium.

(377) *Analyse de la bière.*

Densité. — La densité doit être déterminée à la température de 15° avec un densimètre donnant directement le dix-millième.

Alcool. — L'alcool se dose par distillation comme dans les vins; pour éviter la mousse, on agite préalablement le liquide dans un flacon rempli au tiers, et à plusieurs reprises, en ôtant ensuite le bouchon pour en expulser l'acide carbonique. L'alcool recueilli doit rappeler l'odeur du moût et non celle du houblon. Lorsque la première odeur ne domine pas, on peut être certain que la bière a été faite avec du glucose. L'odeur du résidu aqueux offre aussi une grande importance pour mettre sur la voie de la falsification. L'alcoomètre doit indiquer le 10e de degré.

On ne peut se servir de l'ébullioscope pour déterminer l'alcool, les chiffres obtenus avec cet appareil étant trop élevés.

Il est pratiquement sans importance de neutraliser la bière avant la distillation, sauf pour les bières belges; cette saturation de la vinasse empêche de tirer les indications de l'odeur du produit distillé.

Extrait. — On évapore au bain-marie, vers 70°, 20 cc. de bière dans une capsule à fond plat, de manière à avoir une grande surface, et l'on dessèche le résidu jusqu'à poids constant. Si l'on ne prend pas la précaution d'opérer dans une capsule plate, il faut porter, à la fin de l'opération, la température de 110 à 115°; mais ce procédé est peu recommandable.

On peut aussi opérer ainsi qu'avec les vins, en admettant le terme de 8 heures comme suffisant.

On peut encore doser l'extrait de la manière suivante : On retranche de la densité de l'eau, soit 1000, la densité de l'alcool aqueux de

même degré alcoolique que la bière examinée, et on ajoute à ce chiffre la densité de la bière; la somme donne la densité de la bière privée d'alcool. Comme elle ne contient guère que du glucose et de la dextrine, on peut obtenir avec une table calculée à cet effet une approximation suffisante de la teneur en extrait sec.

Extrait o/o	Densité.	Extrait o/o	Densité.
2	1.0080	10	1.0404
3	1.0120	11	1.0446
4	1.0160	12	1.0488
5	1.0200	13	1 0530
6	1.0240	14	1.0578
7	1 0281	15	1 0614
8	1 0322	16	1.0657
9	1.0363	17	1.0700

Densité des solutions de dextrine.

Dextrine o/o.	Densité.	Dextrine o/o.	Densité.
2,5	1.0097	15	1 0573
5	1.0193	17,5	1 0669
7,5	1 0288	20	1.0776
10	1.0383	22,5	1.0863
12,5	1.0479	25	1.0958

Pour la densité des solutions de glucose, voyez table 296.

La bière doit renfermer au minimum 3 % d'alcool en volume, et 35 gr. par litre d'extrait, donnant 1 gr. 5 de cendres. Au-dessous de ces limites, elle devra être vendue sous le nom de *petite bière* ou *boisson*.

Glucose, dextrine et matières albuminoïdes.—On évapore au bain-marie à consistance sirupeuse 50 cc. de bière; on délaie le sirop dans 2 à 3 cc. d'eau et on verse ce liquide dans 100 cc. d'alcool à 90 %; on lave le vase avec de l'alcool au même degré, et l'on filtre sur un filtre taré pendant que le précipité est encore floconneux.

On pèse le résidu séché, et on le divise en deux parts : la première est incinérée, et fournit le poids des sels insolubles dans l'alcool, c'est-à-dire de presque tous les sels de la bière; la deuxième est introduite dans un tube à combustion, et on y dose l'azote par les méthodes connues (tables 188 et 356) ; ce poids sert à calculer la matière albuminoïde en se fondant sur ce que cette dernière renferme 15,5 % d'azote; en multipliant par conséquent le poids de l'azote obtenu par 6,5 (exactement 6,452), ou bien celui de l'ammoniaque par 5,3, suivant que l'on emploie le procédé de Dumas ou la chaux sodée, et ramenant le chiffre trouvé au poids du précipité total, on aura la quantité p. 100 de la matière albuminoïde; en retranchant ce poids et celui des cendres du poids du précipité on aura la quantité p. 100 des dextrines et des gommes. Les dextrines que renferme la bière sont peu étudiées; nous comprenons sous ce nom les corps

intermédiaires entre l'amidon et le glucose, non dialysables, insolubles dans l'alcool, et dextrogyres; la coloration par l'iode est un caractère particulier de quelques-uns de ces corps.

La liqueur alcoolique dont il a été question plus haut est distillée, et le résidu additionné d'eau, puis évaporé pour chasser les dernières traces d'alcool; on redissout dans l'eau, de manière à faire 100 cc., et on dose le glucose dans le liquide coloré au moyen de la liqueur de Fehling, ou bien on décolore par le sous-acétate de plomb ou le noir animal et on dose le glucose (table 339 au polarimètre.

Les bières renferment d'autant plus de matières albuminoïdes qu'elles sont plus jeunes. Les bières de garde contiennent à peu près parties égales de dextrine et de sucre; les bières fermentées complètement ne renferment plus que des traces de sucre.

On peut aussi doser le glucose par fermentation : 100 p. de glucose donnent en moyenne 50 p. d'alcool absolu. La dialyse sépare aussi le glucose de la dextrine. Enfin on peut doser le glucose dans le résidu de la distillation de l'alcool, en décolorant et titrant par le Fehling. — La bière renferme de la glucose et de la maltose.

Glycérine. — On évapore à sec dans le vide 300 cc. de bière et l'on malaxe le résidu avec de l'éther de pétrole[1]. On ajoute de la baryte au résidu, on évapore de nouveau dans le vide et on épuise par un mélange de 200 cc. d'éther pur et anhydre et de 200 cc. d'alcool absolu; enfin on évapore la solution éthéro-alcoolique et on maintient le résidu pendant 24 heures sur l'anhydride phosphorique dans le vide; il est formé généralement de glycérine pure et peut être pesé directement.

Acides. — On fait bouillir 100 cc. de bière au réfrigérant ascendant pour chasser l'acide carbonique; on étend d'eau à 200 cc.; et sur 100 cc. du liquide, on dose l'acidité totale en prenant comme indicateur la phtaléine du phénol ou l'acide rosolique. Les autres 100 cc. sont évaporés, au bain-marie, à consistance sirupeuse, en ajoutant ensuite de l'eau et répétant plusieurs fois l'opération pour chasser tout l'acide acétique; puis on redissout dans l'eau et on titre de nouveau; on a ainsi l'acide lactique et, par différence avec le premier chiffre, l'acide acétique.

On exprime généralement l'acidité en centimètres cubes de soude normale (t 254) saturés par 100 cc. de bière, ou en grammes de H^2SO^4 par litre. Le rapport des acides fixes aux acides volatils est normalement de 30 à 1, sauf pour les bières belges; 100 cc. exigent d'habitude 12 à 25 cc. d'alcali normal-décime, soit 1,2 à 2,5 d'alcali normal.

Acide carbonique. — Ce dosage peut se faire facilement par perte de poids. On place 250 cc. de bière dans un ballon que l'on chauffe de 70 à 80°. Les gaz se dessèchent en passant sur du chlorure de calcium qui retient l'eau et l'alcool.

1. On l'obtient en agitant des pétroles légers avec de l'huile d'olive, décantant la couche supérieure, distillant et recueillant tout ce qui passe avant 60°.

Cendres. — Il faut incinérer le résidu d'au moins 250 cc. de bière.

Acide phosphorique. — On le dose à l'urane par le procédé habituel (table **348 et 354**), directement dans 100 cc. de bière. Sa proportion varie peu dans la bière normale ; on en trouve par litre $0^{gr},5$ pour les petites bières, 0,6 à 0,8 pour les bières d'exportation, 0,8 à 0,9 pour le bockbier bavarois.

Alcalis. — Il est rare que l'on ait à se préoccuper de la proportion des alcalis ; ce n'est que lorsqu'il s'agit de reconnaître les bières faites avec des succédanés de l'orge que l'on trouve ainsi quelques indications. Le dosage se fait par les procédés ordinaires de l'analyse quantitative.

Plusieurs bières anglaises renferment jusqu'à $0^{gr},7$ par litre de chlorure de sodium, provenant, paraît-il, des ingrédients employés.

Les dosages les plus importants sont ceux de l'alcool, de l'extrait, des cendres, de l'acidité totale et de l'acide phosphorique.

(378) *Recherche des falsifications.*

Succédanés du malt. — Le dosage des cendres et celui de l'acide phosphorique montreront l'addition d'autres matières féculentes. Le glucose commercial renfermant toujours des sels alcalins, chlorure ou sulfate de sodium ou de magnésium, on retrouvera un excès notable de ces sels dans les cendres, dont la proportion sera augmentée. Les sirops de glucose contiennent habituellement 5 grammes de sels par kilogramme.

Succédanés du houblon. — Le principe amer du houblon est précipité par le sous-acétate de plomb ; si le liquide filtré et débarrassé de l'excès de plomb est encore amer, on peut présumer une addition de matières amères étrangères au houblon.

Voici la liste des substances généralement employées pour donner de l'amertume à la bière :

Acide picrique.	Quassia amara.	Noix vomique.
Fiel de bœuf.	Saule et Salicine.	Buis.
Aloès.	Cubèbe.	Mousse d'Islande.

Pour leur recherche (méthode de Wittstein), 1 litre de bière est évaporé à une douce chaleur à consistance sirupeuse, puis le sirop introduit dans une éprouvette à pied et additionné de 5 volumes d'alcool à 95 pour 100. On remue souvent avec une forte baguette de verre pendant 24 heures. On décante l'alcool qu'on remplace par une nouvelle quantité, enfin on réunit les deux liqueurs alcooliques, on filtre et on distille au bain-marie.

a. Une petite portion de l'extrait alcoolique est additionnée de 3 parties d'eau, et dans le liquide, au bain-marie, on met un bout de laine. Après 1 heure, on le retire et on le lave à l'eau ; on vérifie si la couleur jaune qu'il a prise est de l'*acide picrique*, par le sulfhydrate d'ammonium qui doit faire virer au rouge.

b Le reste de l'extrait est agité assez longtemps avec 6 parties de benzine pure. On décante celle-ci, on la remplace par une nouvelle

portion, on réunit les deux liquides et on les distille. Il reste un vernis qu'on partage entre trois capsules de porcelaine. Dans la première, on verse quelques gouttes d'acide nitrique d'une densité de 1,35; s'il y a coloration rouge : *brucine*; dans la deuxième, de l'acide sulfurique concentré; coloration violette : *colocynthine*; à la troisième, on ajoute un cristal de bichromate de potassium et de l'acide sulfurique; une coloration pourpre indique la *strychnine*.

c. Le sirop non dissous par la benzine est chauffé au bain-marie pour expulser le carbure et agité avec de l'alcool amylique pur; si ce dernier se colore en jaune ou en rose vineux et est amer, on laisse évaporer une petite quantité de la solution sur une plaque de verre à la température ordinaire; s'il y a des cristaux, on a affaire à la *picrotoxine*; si le résidu est résineux, coloré et sent le safran, c'est de l'*aloès*. Si on verse dans l'alcool de l'acide sulfurique, une coloration rouge vif indique la *salicine*.

d. On pompe l'alcool excédant avec des bandelettes de papier-filtre, et on agite le résidu avec de l'éther anhydre. Celui-ci enlève le *houblon* et l'*absinthine*; dans ce dernier cas l'extrait sent le vermouth, et avec l'acide sulfurique donne une coloration rouge-jaune qui passe à l'indigo.

e. Le sirop est debarrassé d'éther par distillation, puis goûté. S'il est amer, on le filtre et on ajoute une solution ammoniacale de nitrate d'argent. S'il n'y a pas réduction, l'amertume est due au *quassia*; si, au contraire, on constate une réduction, on évapore une partie de la solution dans une capsule de porcelaine et on ajoute de l'acide sulfurique; une coloration jaune-brun passant peu à peu au violet, indique le *ményanthe*; si, à froid, on n'observe pas de changement de teinte et qu'à chaud le liquide se colore en rouge carmin, il y a de la *gentiane*.

Fiel de bœuf. — Il donne à la bière une amertume prononcée; 1 à 2 grammes de fiel suffisent pour 1 litre de bière. Les matières colorantes que cette substance renferme ne colorent pas l'éther à froid.

Pour les retrouver, on évapore la bière aux deux tiers, puis on la traite encore chaude par l'alcool amylique qui dissout la presque totalité des matières colorantes de la bile, et l'on constate les caractères de celles-ci dans le résidu de l'évaporation de l'alcool.

Salicine. — L'écorce de saule et la salicine que l'on introduit quelquefois dans la bière pourront être reconnues en isolant la salicine elle-même par le sous-acétate de plomb qui ne la précipite pas, et en recherchant sa réaction principale, c'est-à-dire la coloration rouge groseille qu'elle prend au contact de l'acide sulfurique.

Méthode de Kubicki. — Cette méthode d'analyse étant fort longue, nous renvoyons au Dictionnaire de Chevallier et Baudrimont, ou bien à l'ouvrage de Bolley et Kopp; elle s'appuie sur le procédé de Dragendorff, qui consiste à agiter les solutions acides ou alcalines avec différents dissolvants.

Buis. — Le tannin précipite la buxine, qui peut se reconnaître aux caractères suivants : elle n'est colorée ni par l'acide sulfurique ni par l'acide iodique; la potasse la précipite, puis, employée en excès la

redissout : l'acide picrique et les réactifs généraux des alcaloïdes la précipitent.

AGENTS DE CONSERVATION. — On emploie actuellement : les sulfites, le salicylate de sodium, l'acide oxalique et l'acide borique ou le borax.

Sulfites. — On emploie d'habitude le bisulfite de calcium liquide, de densité 1,07, à la dose de 1 litre par 10 hectolitres de bière. Mais on ne peut le caractériser dans la bière même, car l'extrait masque complètement les caractères habituels des sulfites.

La recherche de l'acide sulfureux s'exécute facilement en ajoutant à 50 centimètres cubes de bière 5 grammes d'acide sulfurique pur, puis en faisant passer dans le mélange un courant d'acide carbonique pur. L'acide sulfureux ainsi entraîné est dirigé dans une solution de chlorure de baryum mélangée d'eau iodée. S'il se forme du sulfate de baryum, on peut conclure à la falsification.

Acide salicylique. — La bière est traitée par quelques gouttes d'acide sulfurique, puis agitée avec de l'éther bien lavé ou de l'alcool amylique; on décante et on évapore. Le résidu repris par l'eau et additionné de perchlorure de fer très étendu donne une coloration violette caractéristique.

Si l'on veut doser l'acide salicylique, on prend 50 centimètres de bière, et on répète le traitement ci-dessus jusqu'à épuisement complet. Puis on reprend le résidu provenant de l'évaporation de l'éther par la quantité nécessaire de ce dissolvant pour redissoudre l'acide salicylique. On évapore de nouveau et on dose par liqueur titrée.

Acide oxalique. — La bière est acidulée par une petite quantité d'acide acétique, puis additionnée de chlorure de calcium, qui donne naissance à un précipité blanc insoluble dans l'acide acétique.

On emploie aussi l'oxalate d'ammonium.

L'acide *borique* (et le *borax*) ont été introduits depuis peu. On le recherche dans les cendres (table **174**).

MATIÈRES COLORANTES. — *Nitro-rhubarbe.* — On ajoute à la bière une petite quantité d'ammoniaque qui donnera une coloration rouge violacée ; or la bière naturelle donne dans ces conditions une coloration jaune-brun.

Le tannin décolore la bière, tandis qu'il ne précipite pas les couleurs qu'on ajoute frauduleusement. La mousse de la bière, obtenue par agitation, doit être incolore, sauf dans certaines bières brunes.

Les matières colorantes employées frauduleusement sont : le caramel, obtenu par l'action de la chaleur sur le sucre, celui obtenu avec l'acide sulfurique ; le sang de bœuf, brûlé par l'acide sulfurique; la chicorée, enfin, un caramel préparé en faisant cuire du glucose avec de la graisse et ajoutant du carbonate d'ammonium.

AGENTS DE CLARIFICATION. — On emploie la gélatine, les peaux de poissons ou la gélose. La mousse d'Islande cède à la bière une matière amère ; le phosphate de chaux et l'alumine se dissolvent dans le liquide et se retrouvent dans les cendres. Enfin le buis se retrouve à l'état de buxine.

AUTRES FALSIFICATIONS — *Glycérine.* — Elle s'ajoute d'habitude à

dose élevée, 5 à 7 grammes par litre, de sorte que cette fraude est immédiatement dévoilée par le dosage de la glycérine.

L'ammoniaque se rencontre souvent à la dose de 0,05 à 0,1 gramme par litre. On ajoute fréquemment, dans un but de conservation, 30 gr. de carbonate d'ammonium par litre à la levûre.

Certaines bières blanches, surtout à Berlin, renferment de l'acide tartrique.

Examen des cendres — Lorsqu'on trouve une quantité notable de carbonates, on peut soupçonner l'addition de carbonates alcalins, faite dans le but de saturer des bières acides.

Le cuivre, le plomb et le zinc doivent être recherchés dans les cendres. On opère sur 250 grammes de bière; les cendres sont reprises par l'eau et l'acide chlorhydrique, et une simple analyse qualitative permet de s'assurer de la présence ou de l'absence de ces métaux. Il est nécessaire d'examiner si ces métaux proviennent des appareils qui servent à fabriquer la bière, ou s'ils ont été introduits par suite du mauvais état des tuyaux de débit résultant de la négligence du détaillant.

On trouve aussi l'alumine et l'alun dans les cendres. Dans ce cas, on dissout celles-ci dans l'acide chlorhydrique, on précipite par l'ammoniaque et on vérifie les caractères de l'alumine sur le dépôt.

L'alun s'emploie pour clarifier les bières à la dose de 40 à 50 grammes par 10 hectolitres, avant le filtrage sur les copeaux.

Section XII. — Tannins.

(379). *Dosage des tannins par le permanganate.*

Un poids déterminé de matières tannantes est épuisé par l'eau, et la solution est étendue à 1 litre. On prélève alors 40 centimètres cubes, par exemple, de la liqueur, et on précipite par un excès d'acétate de zinc dissous dans un excès d'ammoniaque. On chauffe le tout à l'ébullition et on évapore au moins au tiers du volume primitif, on laisse refroidir, on filtre pour séparer le précipité de tannate de zinc, on le lave à l'eau bouillante, puis on le dissout dans l'acide sulfurique étendu et on ajoute une solution de permanganate de potassium de titre connu jusqu'à coloration rose persistante.

Le titre de la solution de permanganate de potassium peut s'établir au moyen d'une solution de 1 gramme de tannin pur dans 1 litre d'eau. Si, par exemple, 20 centimètres cubes de cette solution de tannin exigent 10 centimètres cubes de permanganate de potassium, 1 centimètre cube de cette dernière correspondra à 0gr,002 de tannin. En supposant qu'il ait fallu employer 15 centimètres cubes de permanganate pour les 40 centimètres cubes de liquide à analyser, on conclura qu'ils renferment 0gr,03 de tannin, ou 0gr,075 de tannin par 100 centimètres cubes. — Voir la table 100 indiquant la richesse d'une solution aqueuse de tannin à + 17°,5.

Section XIII — Papiers, Fibres textiles.

(380) *Caractères distinctifs des fibres d'origine animale et des fibres d'origine végétale.*

1° Lorsqu'on brûle une partie des tissus :

Les fibres animales se boursouflent, brûlent difficilement et dégagent une odeur analogue à celle de la corne brûlée.

Les fibres végétales brûlent rapidement, laissent peu de cendres et dégagent une odeur empyreumatique.

	Soude ou potasse caustique à 8 % d'alcali poids sp. : = 1,05 ou 6°,7 Baumé.	Acide nitrique concentré.	Réactif de Schweitzer. (Table 381.)	Plombate sodique bouillant. Lessive de soude au 15e ou à 5° B., bouillie avec un excès de litharge et décantée.	Chlorure de zinc à 60° B.
Fibres animales.	Se dissolvent à l'ébullition. Avec la laine, col. violette par le nitroprussiate sodique.	Se colorent en jaune par ébullition.	Ce réactif dissout la soie, laisse la laine intacte.	Donnent une coloration brune avec la laine et les poils (rien avec la soie).	La soie se dissout à la température de 100°, l'eau en excès pr. à nouveau la soie. La laine n'est pas attaquée.
Fibres végétales.	Sont à peine attaquées.	Restent incolores.	Ce réactif dissout lentement le coton, le lin et le chanvre.	Ne produisent aucune coloration.	Pas attaquées.

Enfin, en plongeant dans une solution chaude d'un sel de rosaniline dissous dans l'ammoniaque (solution de rosaniline) les fibres ou tissus, passant ensuite dans l'eau de manière à enlever l'excès d'alcali, les fibres animales se teignent, tandis que les fibres végétales restent blanches.

(381) *Réactif de Peligot (de Schweitzer).*

On précipite par la potasse une solution de sulfate de cuivre ammoniacal, on filtre et on dissout l'hydrate bleu obtenu ainsi dans 15 parties d'ammoniaque ; on filtre sur de l'amiante.

(382) *Analyse des tissus mixtes.*

1° On pèse quatre échantillons égaux de 2 grammes environ : le 1er est séché à l'étuve et pesé après reprise de l'humidité normale.

2° Les trois autres sont traités un quart d'heure par 200 cc. d'eau bouillante avec 3 pour 100 de HCl ; on fait bouillir en carbonate de soude à 1° Baumé ; on renouvelle au besoin ce traitement, et on lave à l'eau acidulée, puis à l'eau ; on dessèche le 2e échantillon et on le pèse après reprise : la différence avec le 1er donne la charge, la teinture et l'apprêt. Pour les soies chargées en noir, ajouter un peu d'acide oxalique au bain acide.

3° Les deux morceaux restants sont essorés au papier buvard et plongés 1 minute dans du chlorure de zinc bouillant (saturé avec de l'oxyde de zinc et concentré à 60° Baumé), puis lavés à l'eau aiguisée de HCl, puis à l'eau pure ; un des morceaux est séché et pesé après reprise, et donne, par différence avec le 2e, la *soie*.

4° Enfin le 4e morceau, essoré au papier, est bouilli un quart d'heure avec 100 cc. de soude caustique à 8° Baumé, le résidu lavé à l'eau, séché et pesé après reprise ; son poids, avec 5 pour 100 pour les pertes, donne la fibre végétale, et la différence avec le 3e poids donne la laine.

(383) *Papiers.*

Le *papier à la mécanique* encollé avec la résine renferme toujours une certaine quantité de fécule, qu'on décèle facilement au moyen d'une solution étendue d'iode, qui produit une coloration bleu d'indigo.

Pour l'examen microscopique, on fait macérer un peu de papier dans l'eau chaude, et on examine une parcelle de la bouillie : on discerne ainsi les éléments qui entrent dans ce papier.

Le *papier à la main*, encollé à la gélatine, donne à l'analyse une certaine quantité d'azote. Il en est de même pour les *papiers gris non collés* renfermant de la laine ou de la soie.

Recherche du papier de bois. — Dans un tube à essais on introduit environ 0gr,1 de naphtylamine, puis quelques gouttes d'acide sulfurique et de l'eau, et on chauffe ; dans ce liquide on laisse tomber une lanière du papier à examiner. S'il contient du bois, l'examen microscopique décèle des parties colorées et jaunes provenant du bois, tandis que la fibre blanchie des chiffons reste intacte.

Section XIV. — Lait.

(384) *Composition moyenne du lait de vache.*

Le lait de vache est éminemment variable dans sa composition, sui-

vant la race et l'âge de la vache, l'époque de la fécondation et du part, la nourriture; le lait du matin est plus abondant et moins riche en général que le lait du soir. Le tableau suivant résume ces variations.

Eau..........	82 à 88,5 %	Albumine........	0,3 à 0,6 %
Beurre.........	2,7 à 6,5	Lactose..........	4,5 à 6,5
Caséine........	3 à 5	Sels.............	0,6 à 0,8

Mais si le lait est mélangé, par exemple, qu'il représente le produit d'une ou de plusieurs étables, les différences individuelles s'effacent, et le lait ne s'écarte pas sensiblement de la composition suivante:

Extrait 134 grammes, Beurre 42 grammes.

Nous ferons seulement une exception pour les vaches de race hollandaise, qui donnent au moins :

Extrait 120 grammes, Beurre 32 grammes.

mais dont le rendement en quantité est par contre plus considérable.

Si l'on déduit le beurre de l'extrait, le reste varie entre 80 et 110 grammes par litre, en moyenne 90 à 95 grammes.

Le lait donne de 10 à 14 pour 100 de crème, renfermant de 20 à 70 pour 100 de beurre. Le lait bouilli s'écrème mal.

Les cendres du lait sont formées presque exclusivement de phosphates et de chlorures de potassium, calcium, sodium et magnésium, avec des traces de sulfates; la quantité de chlore varie de 0,8 à 1,4 gramme par litre de lait.

(385) *Essai au lactodensimètre* (QUEVENNE).

1° On verse du lait dans le crémomètre jusqu'à 1 centimètre environ du trait 0°, on y plonge le densimètre et on note le degré; ce degré, 29 par exemple, correspond à la densité 1,029, et ainsi de suite. On note ensuite la température et on fait la correction d'après la table **386**, l'instrument étant gradué à 15°.

2° On ajoute du lait jusqu'au trait 0°, et on laisse reposer 24 heures, la température étant voisine de 15°. On note l'épaisseur de la couche de crème. Chaque division indique 1 pour 100 de crème dans le lait. Il doit y en avoir de 10 à 14 pour 100.

3° On enlève la crème avec une petite cuiller hémisphérique, et on prend la densité et la température du lait écrémé. La table **386** donne la correction.

Le lait pur ne marque jamais moins de 30° ou 1,030 de densité. Cependant les laits très crémeux marquent quelquefois 26°.

Eau ajoutée.	Degré du lait pur.	Degré du lait écrémé.	Eau ajoutée.	Degré du lait pur.	Degré du lait écrémé.
—	—	—	—	—	—
0	33 à 29	36.5 à 32,5	3/10	23 à 20	26 à 23
1/10	29 à 26	32,5 à 29	4/10	20 à 17	23 à 19
2/10	26 à 23	29 à 26	5/10	17 à 14	19 à 16

(386) *Correction pour le lait.*

Degrés de l'instrument.	Lait non écrémé.				Lait ecrémé.			
	Température				Température.			
	5°	10°	20°	25°	5°	10°	20°	25°
15	−0,9	−0,6	+0,8	+1,8				
20	1,1	0,7	0,9	1,9	−0,7	−0,5	+0,8	+1,7
22	1,2	0,7	1	2,1	0,7	0,5	0,8	1,7
24	1,2	0,7	1	2,1	0,9	0,6	0,8	1,7
26	1,3	0,8	1,1	2,2	1	0,7	0,8	1,8
28	1,4	0,9	1,2	2,4	1	0,7	0,9	1,9
30	1,6	1	1,2	2,5	1,1	0,7	0,9	1,9
32	1,7	1	1,3	2,7	1,1	0,7	1	2,1
34	1,9	1,1	1,3	2,8	1,2	0,8	1	2,2

Cette table indique le nombre de degrés à retrancher ou à ajouter à ceux lus sur l'instrument, suivant la température. Ainsi, un lait marquant 26° à 5° (D = 1,026), il faudra retrancher 1,3 ; le lait aura donc pour densité 1,0247, ou marquera 24 7, et on le considérera comme additionné de $^2/_{10}$ d'eau. L'indication fournie par le lait écrémé et par le crémomètre vérifiera ou contredira cette donnée.

(387) *Analyse du lait.*

Extrait. — Dans des capsules de platine de forme cylindrique et à fond plat, de 2 centimètres de haut et 7 centimètres de diamètre, on introduit 10 cc. de lait rendu homogène par l'agitation, et on évapore pendant 7 heures dans une étuve à air dont la température est maintenue à 95° par un régulateur, on laisse refroidir sous un exsiccateur et on pèse.

Cendres. — L'extrait étant pesé, la capsule est portée dans un moufle chauffé au petit rouge; après incinération complète on pèse le résidu.

Beurre et caséine. — On dilue 20 cc. de lait à 100 cc., on coagule par quelques gouttes d'acide acétique, on laisse déposer, puis on filtre sur un filtre taré, et on lave le précipité en réunissant les eaux de lavage au liquide filtré.

Le filtre est alors séché et son contenu traité par l'éther chaud dans un appareil à déplacement : par exemple celui de Gerber [1], que l'on relie à un réfrigérant ascendant pour condenser les vapeurs d'éther. On évapore l'éther, on dessèche, et on pèse le beurre restant. Le filtre et son contenu sont séchés à 100° et pesés; on incinère ensuite le tout

1. Voir la note de la table 292.

et on obtient le poids des sels insolubles ; la différence entre ce poids et celui du filtre plein et vide donne la caséine.

Lactose. — Le liquide filtré provenant du dosage précédent est soumis à l'ébullition pour coaguler l'albumine ; on filtre, on lave l'albumine, qui est séchée et pesée, et on complète 200 cc. de liquide, dans lequel on dose le sucre de lait par la liqueur de Fehling (table **333**).

On peut aussi employer la liqueur cupropotassique de Poggiale, qui se compose de :

Sulfate de cuivre....	10 gr.	Potasse caustique...	30 gr.
Crème de tartre.....	10	Eau distillée........	200

20 cc. de cette liqueur correspondent à 0gr,20 de lactose.

(388) *Essai au lactobutyromètre.*

On verse du lait jusqu'au premier trait et on ajoute 3 gouttes d'une solution de 1 p. de potasse dans 2 p. d'eau ; on agite, on verse jusqu'au 2e trait de l'éther absolu, on agite et on verse jusqu'au 3e de l'alcool à 86°, on bouche bien et on agite. On chauffe à 43° et on lit après 10 minutes, et de bas en haut, le volume occupé par la couche de beurre ; 1° = 2gr,33 de beurre par litre, quantité à laquelle il faut ajouter 12gr,6, correspondant au beurre dissous par l'alcool éthéré.

On peut aussi préparer d'avance un mélange de : alcool à 90°, 500 cc. ; éther lavé à 66°, 500 cc. ; ammoniaque pure de densité 0,92, 5 cc. Dans le lactobutyromètre on introduit 10 cc. de lait, puis 20 cc. de mélange d'alcool et d'éther ; on bouche, on mélange, on chauffe 20 minutes à 43°, on laisse refroidir à 20° et on lit la hauteur de la couche butyreuse.

On ramène au poids par kilogramme de lait en divisant par la densité observée au lactodensimètre.

Si l'on emploie le mélange ammoniacal dont nous avons donné la formule, il faut retrancher 3gr,50 des chiffres du tableau.

Les indications de M. Marchand se rapportent au poids de beurre par kilogramme de lait ; mais, d'après M. Jungfleisch, elles se rapporteraient en réalité au litre, et il y aurait lieu de tenir compte de cette correction.

On peut ramener au poids par kilogramme le poids par litre d'une manière suffisamment approchée, en retranchant 1 gramme au poids en grammes par litre ; et, si l'on prend la liqueur ammoniacale, en retranchant 4gr,50 des chiffres du tableau on a le beurre en grammes par kilogramme.

(389) *Dosage de la lactose au polarimètre.*

On dilue à 1 litre 100 cc. de sous-acétate de plomb officinal, en ajoutant quelques gouttes d'acide acétique jusqu'à disparition du trouble laiteux. A 20 cc. de lait on ajoute 20 cc. de solution plom-

bique ; on agite, après un moment on filtre et on examine au tube de 20 centimètres.

Degrés observés.	Lactose en gr. par litre.	Degrés observés.	Lactose en gr. par litre.	Degrés observés.	Lactose en gr. par litre.
1°	19,04	2°	38,07	3°	57,11
8′	21,58	8′	40,61	8′	59,66
16′	24,12	16′	43,13	16′	62,20
24′	26,65	24′	45,67	24′	64,74
32′	29,20	32′	48,21	32′	67,28
40′	31,74	40′	50,75	40′	69,82
48′	34,26	48′	53,29	48′	72,36
56′	36,80	56′	55,83	56′	74,90

2′ = 0,635 de lactose.

Si l'on emploie la division saccharimétrique, 1 degré du saccharimètre correspond à 2gr,074 de lactose par litre, et si on dédouble le lait au moyen de la solution plombique, à 4gr,15 de lactose par litre. Le tableau suivant dispense du calcul.

Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre.	Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre.	Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre	Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre.
5	20,75	10	41,50	15	62,25	0,2	0,83
6	24,90	11	45,65	16	66,40	0,4	1,66
7	29,05	12	49,80	17	70,55	0,6	2,49
8	33,20	13	53,95	18	74,70	0,8	3,32
9	37,35	14	58,10	19	78.85		

(290) *Falsifications.*

Il est utile d'examiner au microscope une gouttelette des laits à analyser.

On reconnaît ainsi les fécules, la matière cérébrale, et même, avec un peu d'habitude, les émulsions huileuses et l'addition de lait bouilli.

Dans le sérum ou petit lait on retrouve les sucres étrangers, les gommes et dextrines, la gélatine, le blanc ou le jaune d'œuf, enfin les matières colorantes, que l'on retrouve comme pour le beurre après avoir évaporé le sérum dans le vide.

L'addition de colostrum se reconnaît à ce que le lait se coagule par l'ébullition.

Pour vérifier l'addition des pulpes cérébrales, on sépare la crème du lait et on l'épuise par l'éther. Le résidu d'évaporation de l'éther est traité par la potasse pure et la masse est séchée et calcinée jusqu'à fusion. On reprend par l'acide nitrique étendu, et par le molybdate d'ammoniaque. On recherche l'acide phosphorique provenant de la lécithine, dont le lait ne renferme que des quantités très faibles.

Le bicarbonate de sodium en excès se reconnaît à l'alcalinité des cendres: les cendres du lait sont alcalines (phosphates), mais ne font pas effervescence par les acides.

Le borax se décèle, comme d'habitude, par la coloration de la flamme de l'alcool, ajouté aux cendres avec de l'acide sulfurique.

On recherche l'acide salicylique dans le petit lait, en l'agitant avec de l'acide sulfurique dilué et le l'éther, puis essayant par le perchlorure de fer.

Les falsifications du lait les plus fréquentes sont le mouillage, et l'écrémage, que l'on pratique surtout en mélangeant la traite du soir, écrémée et bouillie, avec le lait du matin, et la plupart du temps avec une certaine proportion d'eau.

Le Conseil d'Hygiène de la Seine, consulté sur la question, a émis l'avis de considérer comme mouillé tout lait qui renfermerait par litre moins de 115 grammes d'extrait avec 27 grammes de beurre et 45 grammes de lactose au moins; et comme écrémé tout lait qui renfermerait moins de 27 grammes de beurre. Le mouillage se calculerait d'après la règle de trois, en se basant sur ce que le lait renferme, en nombres ronds, le chiffre moyen de 130 grammes d'extrait, dont 40 grammes de beurre et 50 grammes de lactose.

(391) *Méthode d'analyse de M. Adam.*

M. Adam se sert d'un tube particulier, renflé à une extrémité en une boule de 40 cc. et effilé à la partie inférieure que termine un robinet.

On prépare un mélange de 833 cc. d'alcool à 90° pour 100 et 30 cc. d'ammoniaque de densité 0,925; on complète 1 litre avec de l'eau et on ajoute 1100 cc. d'éther lavé à l'eau.

Dans le tube à robinet on verse 10 cc. de lait et 22 cc. de liquide éthéré; on mélange avec soin jusqu'à ce que le liquide soit homogène, on suspend verticalement et on laisse reposer 5 à 10 minutes. On soutire alors, à 1 cc. près, la couche inférieure, dans une éprouvette jaugée de 100 cc., on roule l'appareil sur son axe, et on laisse encore reposer quelques minutes. On soutire exactement la couche inférieure dans l'éprouvette, enfin on lave l'appareil avec 20 cc. d'eau qu'on joint au lait; l'éther est versé dans une capsule en porcelaine; on lave l'appareil à l'éther, tout l'éther est réuni et évaporé; le résidu est repris par de nouvel éther qu'on évapore dans une capsule tarée dont l'augmentation de poids donne le beurre. Le

résidu de la première capsule est repris par un peu d'eau qu'on réunit au contenu de l'éprouvette ; on ajoute 2 cc. d une solution aqueuse de 15 cc. d'acide acétique cristallisable dilué à 100 cc.; on complète 100 cc. et on agite. On laisse reposer 5 minutes à 40° environ, on décante la caséine sur un filtre taré, et on récolte au sortir du filtre 80 à 90 cc. de liquide clair, dans lequel on dose la lactose par la liqueur de Fehling. Le filtre est ensuite lavé à l'eau distillée, essoré sur du papier buvard en aplatissant la matière. On sèche le tout à 100° et on pèse.

D'un autre côté, on détermine l'extrait et les cendres sur 10 cc.. On opère de même avec du lait de femme, mais on n'emploie, au lieu d'ammoniaque, qu'une goutte de soude à 36° diluée de son volume d'eau distillée ; et pour précipiter la caséine, on ajoute seulement 2 gouttes d'acide acétique, en laissant reposer à une douce chaleur jusqu'à ce que le liquide soit bien éclairci.

Section XV. — Urine.

(392) *Essai des urines.*

Réaction de l'urine. — On la cherche au papier de tournesol. Si elle est alcaline, on en approche le bouchon en verre du flacon d'acide nitrique, qui développe des fumées avec l'urine ammoniacale.

Densité. — On la détermine au moyen d'un densimètre allant de 1,000 à 1,050, sur le mélange des urines recueillies pendant toute la durée du temps considéré : en général 24 heures. On note cette quantité au décilitre près. La correction duc à la température est de 0,15 par degré au-dessus ou au-dessous de 15°, additive si la température est supérieure à 15°, soustractive si elle est inférieure.

Les deux derniers chiffres entiers du nombre exprimant le poids du litre en grammes, multipliés par 2, ou plus exactement 2,2, donnent le poids des matières solides en grammes par litre d'urine.

Recherche de l'albumine. — On coagule l'urine par la chaleur, avec quelques gouttes d'acide acétique ou par l'acide nitrique pur à froid. Les deux réactions doivent être faites pour caractériser l'albumine. On peut y ajouter la précipitation par le ferrocyanure de potassium en présence d'acide acétique.

Recherche du sucre. — L'urine est chauffée à l'ébullition avec de la potasse ou bien avec de la chaux éteinte (10 pour 100); la liqueur devient plus ou moins brune suivant la quantité de sucre.

Par la liqueur cupropotassique, en chauffant d'abord le réactif et ajoutant ensuite l'urine, il se fait le précipité rouge bien connu.

Par la liqucur de Lœwe : faire dissoudre 15 grammes de sous-nitrate de bismuth dans un mélange chauffé à 100° de 30 grammes glycérine, 70 cc. lessive de soude d'une densité de 1,34 et 150 cc. eau, et filtrer. On l'emploie comme la liqueur de Fehling.

Un précipité noir pur indique seul le glucose ; c'est alors une réaction caractéristique et sûre. Un dépôt gris ou brun ne doit pas être considéré comme indiquant la présence du sucre.

Dosage du sucre par le polarimètre ou la liqueur de Fehling (voy. tables 332 333 et 336).

En retranchant du poids des matières solides contenues dans les urines de 24 heures 40 grammes au début du diabète et 50 grammes quand le traitement est commencé et qu'il se produit une plus grande quantité d'urée : le reste représente sensiblement le glucose excrété.

Dosage de l'urée par le procédé Yvon. — Formule de la liqueur. lessive de soude 35 cc., eau distillée 125 cc.; ajouter brome 5 cc. 1 cc. d'azote = 2^{mg},94 d'urée, le gaz étant réduit à 0° et 760^{mm}, sec ; 0^{g},1 d'urée = 34 cc. d'azote.

Si l'on ajoute à 1 cc. d'urine 2 cc. d'une solution à 30 pour 100 de glucose ou de sucre, par exemple en lavant le haut du tube, 1 décigramme d'urée donne le chiffre théorique de 37^{cc},3, soit 1 cc. d'azote sec, ramené à 0° et 760^{mm} = 2^{mg},68 d'urée.

Si l'on introduit dans l'appareil 1 cc. d'urine pure, la table suivante donne la teneur en grammes d'urée par litre, l'azote étant ramené à 0° et 760^{mm} sec (table 66).

Azote cc.	Sans glucose.	Avec glucose.	Azote cc.	Sans glucose.	Avec glucose.
1	2,94	2,68	6	17,65	16.08
2	5,88	5,36	7	20,59	18,77
3	8,82	8,04	8	23,53	21,45
4	11,76	10,72	9	26,47	24,13
5	14,70	13,40	10	29,41	26,81

Recherche de la bile. — Par l'acide nitrique rouge et fumant, successivement colorations rouge, violette, puis verte.

On plonge dans 50 cc. d'urine bouillante, additionnée de 2 cc. de solution de sulfate d'aluminium à 5 grammes par litre, un peu de soie blanche qui se teint en jaune. Il suffit ensuite de la laver à l'eau : la série des échantillons colorés plus ou moins donne une idée de la marche de la maladie.

(393) *Examen des sédiments et des calculs.*

Il doit être précédé d'un examen microscopique, qui ne pourrait rentrer dans le cadre de cet ouvrage. On recueille les sédiments en décantant presque en entier après le repos l'urine claire et en se servant du dépôt avec le peu de liquide surnageant. Si les sédiments ne sont pas organisés, on chauffe un peu de liquide avec le dépôt. Les urates se dissolvent. Les cristaux non dissous sont de l'oxalate de calcium,

d'aspect caractéristique (en enveloppe de lettres), insoluble dans l'acide acétique, ou des phosphates de calcium ou de magnésium ammoniacal. Ce dernier a une forme caractéristique (cercueils) ; l'autre est amorphe ; les deux se dissolvent dans l'acide acétique. Enfin on pourrait avoir affaire à du carbonate de calcium ou de magnésium globulaire, solubles dans les acides avec effervescence, ou à de la graisse soluble dans l'éther.

Les calculs sont examinés de la même manière. On les réduit en poudre, on en calcine un fragment pour voir s'il contient de la matière organique ou s'il laisse un résidu fixe, et dans ce cas on en fait l'analyse comme d'habitude par les méthodes de l'analyse minérale Dans le cas d'urates, on cherche d'abord l'ammoniaque par ébullition avec la potasse étendue, ensuite on les incinère et on examine le résidu. Il faut aussi rechercher l'acide oxalique dans les calculs. La cystine est caractérisée par ses cristaux hexagonaux.

Les différentes couches des calculs sont examinés séparément.

Section XVI. — Photographie.

Pour les densités des solutions, voy. les tables **80, 95, 98, 100** à **105, 114, 115, 116.**

Pour les solubilités, la table **212.**

(394) *Quantités correspondantes de divers composés d'argent employés en photographie.*

Argent.	Nitrate.	Chlorure.	Bromure.	Iodure.
1	1,574	1,328	1,741	2,176
0,6353	1	0,844	1,106	1,382
0,7523	1,184	1	1,310	1,638
0,5744	0,904	0,763	1	1,250
0,4595	0,723	0,610	0,800	1

(395) *Quantités correspondantes de divers sels d'or employés en photographie.*

Or.	Chlorure neutre.	Chlorure d'or et de potassium.	Chlorure d'or et de sodium.
1	1,542	2,1048	2,0229
0,6485	1	1,3645	1,3119
0.4751	0,7326	1	0,9611
0,4943	0,7623	1,0405	1

(396) Calcul des temps de pose.

On obtient le temps de pose en multipliant quatre coefficients, dont deux peuvent se calculer à l'avance, et qui sont relatifs à la *plaque sensible*, à l'*objectif*, au *sujet* et à l'*éclairement*.

α. Le *coefficient de pose d'une plaque*, c'est-à-dire l'inverse de sa sensibilité, varie, pour les préparations actuelles de gélatino-bromure, de 0,01 à 0,05; il est de 1 environ pour le collodion humide. Connaissant celui d'une plaque donnée, on peut déterminer celui d'une autre plaque en exposant chacune d'elles à la lumière d'une bougie distante de 1 mètre, par bandes qui recevront l'action lumineuse pendant 1, 2, 3... secondes. On découvrira pour cela progressivement la plaque par bandes de 1 centimètre environ, en se guidant sur les oscillations d'un grossier pendule de 1 mèt. de long. Révélant ensuite à fond, l'on comparera les deux clichés, et l'on constatera, par exemple, que la bande de la première plaque, exposée 5 secondes, présente la même teinte que la bande de la deuxième exposée 2 secondes. Le rapport des sensibilités est donc 2/5, et si le coefficient de pose de la première plaque est 0,05, celui de la seconde sera 0,02.

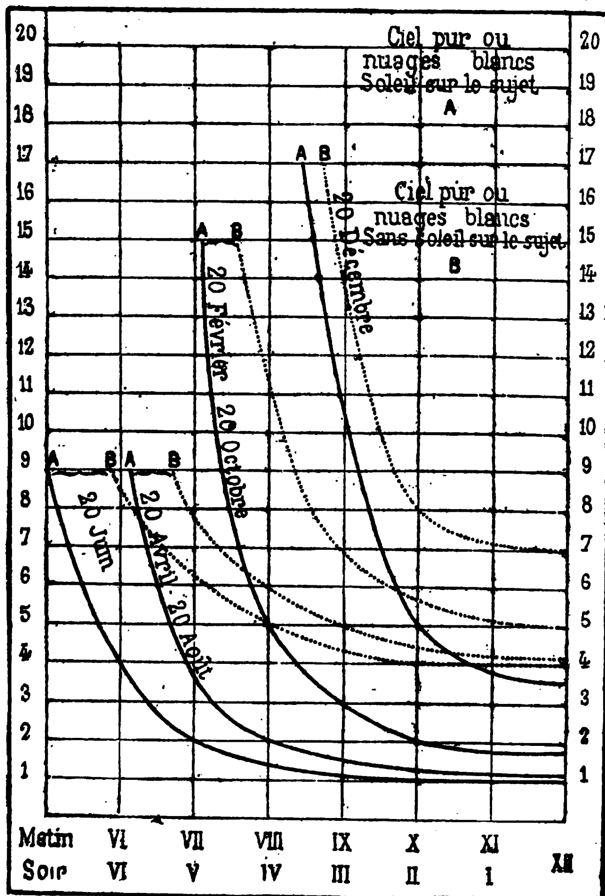
Si l'on a noté soigneusement les conditions dans lesquelles on a obtenu une bonne épreuve avec un temps de pose connu, on pourra déterminer directement α à l'aide de la formule qu'on trouve plus bas.

β. Le *coefficient de pose d'un objectif* est l'inverse de sa clarté. On peut supposer qu'il est indépendant de la distance de l'objet reproduit, pourvu que cette distance soit plus grande que 12 fois la longueur focale principale *f* (hauteur d'un homme au plus 15 centimètres). Il est alors donné par la formule $\beta = \frac{1}{100} \frac{f^2}{d^2}$, *d* étant le diamètre du diaphragme mesuré avec la même unité que *f*. D'après cette formule, $\beta = 1$ pour un objectif diaphragmé au dixième (ce qu'on note généralement $f/10$). Pour les courtes distances, il faudra multiplier β, obtenu comme précédemment, par 1,5 si l'objet est reproduit au quart, par 1,75 s'il est réduit au tiers, par 2,2 s'il est réduit à la moitié, enfin par 4 s'il est reproduit en grandeur naturelle.

γ. Le *coefficient de pose relatif à l'éclairement* varie avec la hauteur du soleil (c'est-à-dire avec la date et l'heure), avec la présence de nuages, de brouillard, etc. Les courbes du tableau 397 donnent pour γ soit la valeur A qui s'emploie lorsque, le ciel étant pur ou avec nuages blancs, le soleil frappe directement le sujet à reproduire, soit la valeur B qui sert lorsque le ciel est semblable, mais que le sujet n'est pas au soleil. Le temps est-il gris et couvert, il faut naturellement augmenter la pose; on prendra par exemple $\gamma = A + B$ et le double de ce nombre si le ciel est très sombre.

δ. Les principaux *coefficients de pose relatifs au sujet* se trouvent dans la table 398. On remarquera que les six dernières lignes se rapportent à des cas où l'on n'a pas à employer le coefficient γ A; ces nombres sont forcément très approximatifs.

(397) *Coefficients de pose relatifs à l'éclairement (à Paris).*



La *détermination du temps de pose en secondes* T est main-

venant très facile : elle se réduit à la résolution de l'équation $T = \alpha \times \beta \times \gamma \times \delta$.

$\alpha \times \beta$ peut être écrit à l'avance, γ et δ se trouvent dans les tableaux 397 et 398.

Pour l'essai de la sensibilité des plaques et la détermination de α, les autres coefficients et T étant connus, on a $\alpha = \frac{T}{\beta \times \gamma \times \delta}$.

(398) *Coefficients de pose relatifs au sujet.*

Nuages	$\delta = 0,25$
Neige. Mer	0,5
Vue panoramique sans verdures	1
— avec verdures claires	1,5
Mer avec bateaux, glaciers avec rochers	1,5
Panorama avec verdures sombres éloignées	2
Vue à premiers plans avec monuments blancs	2
Vue à premiers plans de verdure	3
Vue à premiers plans avec monuments sombres	3
Détails d'architecture pierre blanche	4
Traits noirs sur blanc	4
Sujets animés. Nature morte	4 à 5
Détails de verdures rapprochées	6
Reproductions de photographies	7
Bords de rivière ombragés	10
Dessous de bois, couvert très léger et bien éclairé	10
Détails d'architecture, pierre sombre	10
Dessous de bois, couvert léger peu éclairé	20
— couvert épais	30
— avec premier plan foncé	75
Groupes et portraits *à l'ombre*	5
— sous un abri ou près d'une fenêtre	10
— à l'atelier	16
— dans une pièce claire	80 env.
Intérieur bien éclairé	50 env.
— sombre	150 env.

(399) *Instantanés.*

On adoptera les plaques les plus sensibles et les objectifs les plus ouverts ($f/14$, $f/10$, $f/7$), ce qui correspond à $\beta = 2, 1, 0,5$.

L'obturateur devra donner au moins trois différentes vitesses : par exemple, $0^{sec},1$ à 0,02 et à $0^{sec},01$. Si l'on adopte $f/14$, c'est-à-dire $\beta = 2$, le temps de pose correspondant aux glaces ayant un coefficient $\alpha = 0,02$ sera de $0^{sec},16$ pour les sujets animés au grand soleil ; le moins rapide des obturateurs donnera donc des épreuves insuffisamment exposées. Or la vitesse d'obturation $0^{s},1$ ne permet de repro-

duire à une échelle un peu grande que des personnages ou des animaux, des bateaux et des voitures, au repos (mais non immobiles). Si donc on veut photographier nettement des sujets en mouvement, on devra se contenter d'une échelle réduite (hauteur d'homme de 1 à 3 centimètres), et encore s'attendre à perdre des détails dans les ombres.

En supposant que l'on opère avec des plaques suffisamment rapides, $\alpha = 0{,}02$, et un objectif $f/7$ pour lequel $\beta = 0{,}5$, on aura pour la vitesse 0,1 la relation $0{,}1 = 0{,}01 \times \gamma\delta$; d'où $\gamma\delta = 10$, c'est-à-dire que si l'on opère en plein soleil d'été, on pourra reproduire dans de bonnes conditions jusqu'à des verdures et des dessous de bois très éclairés; à l'ombre ($\gamma = 4$), on pourra faire des vues de monuments blancs ($\delta = 2$) ou sombres ($\delta = 3$), ou même des groupes ($\delta = 4$); mais alors il commencera à y avoir perte de détails dans les noirs. Le même obturateur fonctionnant avec un objectif $f/10$ donnera un produit $\gamma\delta = 5$. Si l'on opère avec l'obturateur $T = 0{,}02$ et l'objectif au septième, il faudra que $\gamma\delta = 2$, c'est-à-dire que, au plein soleil d'été, on pourra faire des marines, des glaciers ou des vues avec monuments blancs et à la rigueur avec monuments sombres. Mais les sujets animés seront décidément sous-exposés. L'obturateur $T = 0{,}01$ ne donnera avec de bonnes conditions d'éclairage que les panoramas et les marines et ne permettra généralement pas de faire les sujets animés au soleil. Avec l'obturateur $T = 0{,}05$ et le diaphragme $f/14$ on obtiendra le même résultat.

On fait cependant beaucoup d'instantanés avec des objectifs $f/10$ et des temps de pose de 0,05 ($0{,}05 = 0{,}02\ \gamma\delta$, d'où $\gamma\delta = 2{,}5$, ou $\delta = 2{,}5$ au soleil). Cela suppose, pour les sujets animés, une pose deux fois trop courte. A l'aide de révélateurs énergiques (concentrés et très alcalins) on arrive encore dans ce cas à produire des épreuves passables.

(400) *Classification des instantanés.*

Voici une liste de quelques sujets instantanés, avec la pose qu'ils demandent pour que l'image soit suffisamment nette, c'est-à-dire qu'elle ne se soit pas déplacée de plus d'un 1/10 de millimètre pendant la pose, la distance du sujet étant D, la distance focale F et la hauteur de l'image d'un homme H.

0^{sec},1	Personnages, enfants, animaux au repos.	D = 20 F.	H. = 7^{cent}
0^{sec},05	Foules et troupeaux au repos ou se déplaçant à peine. Marines, bateaux au repos, mer calme.	— 100 F.	— 1^{c},7
0^{sec},03	Personnages ou animaux en marche modérée, oblique.	— 70 F.	— 2^{c},4
	— en travers	— 150 F.	— 1^{c},1
0^{sec},03	Personnages en marche rapide ou course oblique . .	— 170 F.	— 1^{c}
	— en travers	— 300 F.	— 0^{c},5

	Bateaux en marche modérée en travers	— 200 F.	— 0°,8
0sec,02	Grosses vagues	— 100 F.	— 1°,7
	Bateaux rapides, marche transversale	— 250 F.	— 0°,7
0sec,01	Panorama pris d'un train en marche.	— 100 F.	— 1°,7
	Hommes, chevaux au pas, direction oblique.	— 50 F.	— 3°,5
	— transversale.	— 80 F.	— 2°
	Hommes au pas de charge, chevaux au trot, direction oblique.	— 100 F.	— 1°,7
	— direction transversale.	— 170 F.	— 1°
	Chevaux au galop, point mort. . . .	— 200 F.	— 0°,8
	Vélocipédistes, vitesse modérée. . .	— 150 F.	— 1°,1
	Patineurs	— 250 F.	— 0°,7

(401) *Traitement des résidus d'argent.*

I. Vieux papiers, filtres, éponges.

On les incinère et on fond au rouge vif 100 parties de la cendre blanche avec 50 parties de carbonate de sodium desséché et 25 parties de sable quartzeux (grès).

II. Liqueurs ne contenant ni hyposulfite ni cyanure.

On les recueille dans un tonneau et on les précipite par une lame de cuivre jusqu'à ce que la liqueur ne se trouble plus par l'acide chlorhydrique. On dessèche soigneusement le dépôt et on en fond 100 parties avec 50 parties d'acide borique et 25 parties de nitre. On peut aussi précipiter l'argent à l'état de chlorure par l'acide chlorhydrique ou le sel marin ; bien laver le dépôt et traiter comme il est dit au n° IV.

III. Liqueurs contenant de l'hyposulfite ou du cyanure.

On les recueille dans un tonneau à l'air libre et on les précipite par le sulfure de potassium (*foie de soufre*). Il importe de ne pas en mettre un excès, on s'arrêtera donc quand une portion de la liqueur bien remuée ne précipitera plus par quelques gouttes de réactif. Au bout de quelques jours on décante, on recueille le dépôt de sulfure impur et mêlé de soufre, on le sèche et on chasse le soufre par le nitre de l'une des façons suivantes :

On grille le dépôt à l'air au rouge sombre, dans une terrine plate, en remuant constamment, on laisse refroidir, on mêle le résidu à la main avec du nitre (poids égaux) et on projette le mélange par petites portions dans un creuset rouge; on finit par un fort coup de feu pour agglomérer le métal. On peut négliger le grillage et mêler avec précaution et à la main le sulfure sec avec 3 fois son poids de nitre; on projette le mélange par très petites portions dans le creuset.

On peut encore précipiter directement l'argent des liqueurs renfer-

mant de l'hyposulfite à l'aide d'une lame de cuivre qu'on doit laisser plusieurs jours, en en grattant plusieurs fois la surface. L'argent déposé se sulfure en partie; on en fond 100 parties avec 50 parties d'acide borique et 50 parties de nitre.

IV. Chlorure d'argent.

On le sèche et on en fond 100 parties avec 70 parties de craie et 4 parties de charbon, au rouge vif, pendant 1 heure.

Section XVII. — Couleurs[1].

(402) *Tableau indiquant le point d'ébullition des benzines, nitrobenzines et anilines qui y correspondent, ainsi que leurs densités et les couleurs obtenues.*

Points d'ébullition des benzines.	Points d'ébullition des nitrobenzines.	Poids spécifiques des nitrobenzines à +16° C.	Points d'ébullition des anilines.	Poids spécifiques des anilines à +16° C.	Nuances des couleurs sur étoffes — Oxydation par acide arsénique.
82 à 83	205 à 210	1,1591	182 à 184	1,0205	Violet-ardoise (violaniline)
80 85	205 210	1,1617	180 185	1,0199	»
85 90	210 215	1,1577	185 190	1,0181	Rouge-violet (mauvaniline et rosaniline).
90 95	210 215	1,1445	185 190	1,0139	»
95 100	215 220	1,1425	190 195	1,0109	Rouge-fuchsine.
100 105	220 225	1,1365	195 200	1,000	Rosaniline.
105 110	220 225	1,1319	195 200	1,0018	»
110 115	225 230	1,1235	200 205	1,0009	Rouge-jaune (chrysotoluidine et rosaniline).
115 120	225 230	1,1187	200 205	0,9975	»

100 litres benzol distillant au-dessous de 80° et passant jusqu'à 150° donnent à l'appareil à colonne.

62 à	80°,	6	litres impurs.
80	82	44	— purs. — Benzine.
82	110	6	— impurs.
110	112	17	— purs. — Toluène.
112	137	5	— impurs.
137	140	9	— purs. — Xylène.
140	148	5	— impurs.
148	150	8 à 9	litres. — Cumène.

1. *Abréviations* employées dans la table 403 : Voyez tables 171 et 192. les abréviations employées, et de plus : vé., vénéneux; p. vé., peu vénéneux; in., inoffensif. Le signe + signifie : par l'addition du corps dont la formule suit.

(203) *Matières colorantes végétales.*

Matières colorantes.	Solution dans l'eau.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Cyanure de potassium.	Chlorure de chaux.
COULEURS BLEUES.						
Carmin d'indigo.	Bleue.	Color. plus claire.	Vert; par chal. bleu clair.	Rien.	Col. plus claire; chal. bleu clair.	Décoloration.
Bleu d'orseille.	Violet-bleu.	Rouge pr. rouge.	Bleu.	Rouge pr. rouge.	Bleu.	Bleu décol.
COULEURS ROUGES.						
Cochenille.	Rouge-jaunâtre.	Orange.	Violet.	$+AzH^3$ cramoisi.	Cramoisi bleuâtre.	Décol. pr. blanc.
Cochenille ammoniacale.	Rouge-violacé.	Rouge clair; av. exc. orange.	Rien.	R. cramoisi.	Cramoisi.	Décol.
Bois rouge (ext.)	Jaune.	Rouge.	Cramoisi.	Rouge.	Rouge.	Rouge-jaune.
Extrait d'orseille.	Jaune.	Décol.	Rouge-jaune.	Décol. p. à p.; chal. compl.	Décol. surtout chal.	Décol. immédiatement.
Rouge d'orseille	Violet-rouge.	Rouge pr. rouge	Violet.	Rouge pr. rouge	Violet	Pl. clair; déc.
Pourpre d'orseille.	Sol. d. ac. oxalique rouge.	Plus clair.	Violet chal.	Rien.	Violet-rouge pr. violet.	Décol.
Carmin de carthame.	En suspens. ou s. alco. rouge.	Jaune pr. brun rouge.	Sol. couleur jaune.	Rien.	Orange pr. orange.	Décol.
Garance.	Rougeâtre.	Vire au jaune.	Rouge-cramoisi foncé.	Pr. brun-rougeât., liq. reste rouge-jaunât.	Rien.	Décol. lent.

Matières colorantes.	Solution dans l'eau.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Cyanure de potassium.	Chlorure de chaux.
			COULEURS JAUNES.			
Extrait de quercitron.	Jaune.	Pr. brun-jaune clair.	Devient plus clair.	Pr. jaune pâle.	Devient plus clair.	Déc.; pr. jaune clair.
Extrait de bois jaune.	Jaune.	Clair, pr. jaune.	Jaune-orange.	+ Na^2CO^3 pr. jaune clair.	Jaune-orange.	Brun-jaune déc. pr. brun-jaune.
Bois de fustet.	Jaune-orange.	Devient plus jaune.	Rouge-jaunâtre.	+ Na^2CO^3 pr. orange.	Jaune-rougeâtre.	Pr. brun; décol. à chaud.
Ex. de graines d'Avignon.	Jaune-brunâtre.	Pr. jaune brun.	Jaune-rouge.	+ Na^2CO^3 jaune orange brun.	Jaune-rouge.	Jaune rouge foncé déc. pr. blanc
Extrait de campêche.	Brun-rouge.	Rouge pr. rouge.	Violet-rouge sale; pr. id.	Pr. viol. sale	Pr. violet rouge sale.	Pr. br.-rouge chal. foncé.
Extrait de Berberis.	Jaune.	Rien.	Orange pr. jaune-brunât.	+ Na^2CO^3 pr. jaune.	Orange, pr. jaune.	Pr. jaune clair décol.
Cachou.	Jaune.	Par repos pr. jaune pâle.	Rouge-jaune puis rouge br.	Rien.	Orange.	Brun-décol. pr. brun jaune.
Extrait de châtaignier.	Brune.	Pr. brun clair.	Brun-rouge puis rouge.	Pr. jaune clair sale.	Rien.	Brun foncé, puis jaune, puis déc.
Tannin.	Jaune faible.	Rien.	Plus foncé.	Rien.	Col. rougeât.	Vert-bleu décol.
Gaude.	Jaune-verdât.	Fonce nuance.	Vire jaune d'or	Rien.	Rien.	Rien.
Curcuma.	Dissol. al. rouge-brun.	Rouge cramoisi.	Rouge brun.	Rien.	Rien.	Rien.
Rocou.	Sol alcaline rouge-orangé.	Pr. orange; liq[r] jaune pâle.	Rien.	Pr. orange.	Rien.	Décol. lentement.

(404) *Matières colorantes minérales.*

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
			COULEURS ROUGES.			
Minium (vé).	Protoxyde et peroxyde de plomb	Dégage chlore pr. blanc.	Pr. oxyde puce avec sucre se dissout.	Rien.	Col. jaune après refroidissement.	
Cinabre (p. vé.) vermillon.	Sulfure de mercure.	Rien.	Insol.	Rien.	Se volatilise; dégage ac. sulfureux.	av. alc. merc.
Rouge anglais (in.).	Peroxyde de fer.	Sol. lentement.	Sol. plus rapidement.	Rien.	Col. brun-rouge.	
Rouge de chrome (vé.).	Chromate de plomb basique.	Sol. verte, pr. blanc, sol. à ch.	Devient jaune.	Rien.	Fond col. brun-rouge avec charbon plomb.	
			COULEURS BLANCHES.			
Blanc de plomb (vé.) céruse.	Carbonate et oxyde de plomb hydraté.	Pr. blanc dégage ac. carbonique.	Dissout complètement.	Rien.	Col. jaune; avec charbon, plomb.	
Blanc de zinc (p. vé.).	Oxyde de zinc.	Sol.	Sol.	Sol.	Col. jaune devenant blanc à froid.	
Spath pesant (in.).	Sulfate de baryum.	Rien.	Rien.	Rien.	Avec charbon donne sulfure.	
Gypse (in.).	Sulfate de calcium.	P. sol.	P. sol.	Rien.	Avec charbon donne sulfure.	
Craie (in.).	Carbonate de calcium.	Sol.; dégage ac. carbonique.	Sol.; dégage ac. carbonique.	Rien.	Chaux.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
			COULEURS VIOLETTES.			
Outremer violet (in.).	»	Se décolore et dégage H^2S.	Rien.	Rien.	Col. bleue.	»
			COULEURS BRUNES ET NOIRES.			
Brun de manganèse (in.).	Peroxyde de manganèse hydraté.	Dégage chlore.	Sol. rose.	Rien.	Col. noire.	
Noir d'os (in.).	Charbon d'os.	Dissout phosphate de calcium.	Dissout phosphate de calcium.	Rien.	Cendres blanch. de phosphate de calcium.	
Graphite (in.).	Carbone.	Rien.	Rien.	Rien.	Peu altér. brûle difficilement.	
			COULEURS BLEUES.			
Outremer (in.).	Sulfure de sodium et silicate d'aluminium.	Décoloration. Production de H^2S.	Rien.	Rien.	Décol. en partie.	Essai de richesse avec oxyde de zinc.
Smalt (vé.).	Masse vitreuse colorée par protoxyde de cobalt.	Sol. jaune vert.	Rien.	Rien.	Rien.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Bleu Thenard (in.).	Protoxyde de cobalt et alumine.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	
Bleu de Paris. Bleu de Prusse. } (in.).	Ferrocyanure ferrique.	Col. vert. puis sol. jaune. L'eau ramène la couleur.	Déc. à chaud.	Décoloration dans sol. potasse.	Résidu oxyde de fer.	Sol. acide oxalique.
Bleu de montagne (vé.).	Carb. de cuivre basique hydraté.	Sol. vert. jaune ; effervescence.	Sol.	Sol. bleu céleste.	Col. flamme verte ; résidu noir.	Noir à l'ébul. avec solution potasse.
COULEURS JAUNES.						
Jaune de Naples (vé.).	Antimoniate de plomb.	Col. orange, puis blanc.	Rien.	Rien.	Vap. blanches ; avec charbon culot cassant plomb et antimoine.	
Jaune de Cassel (vé.).	Oxychlorure de plomb.	Col. orange, puis blanc.	Pr. chlorure de plomb.	Soluble dans potasse.	Vap. blanches avec charbon plomb.	
Orpiment (vé).	Sulfure d'arsenic.	Rien.	Rien.	Sol. en partie.	Vap. blanches, pas de résidu avec charbon odeur d'ail.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Jaune de chrome. Orang. de chrome. (vé.)	Chromate neutre de plomb.	Sol. verte pr. blanc couleur reparaît par l'eau.	Décolore.	Jaune orange.	Fond couleur brune rouge; avec charbon plomb.	
Ocre jaune (in.)	Argile et oxyde de fer.	Sol. jaune. pr. blanc.	Sol. jaune pr. blanc.	Rien.	Col. rouge-brun.	
Jaune d'outremer (vé.).	Chromate de baryum.	Sol. pr. par SO^4H^2.	Dissol.	Rien.	Peu altéré; col. vert flamme réductrice.	
Massicot (vé.).	Oxyde de plomb	Pr. blanc.	Dissol.	Rien.	Avec charbon culot de plomb.	
			COULEURS VERTES.			
Outremer vert (in.).	Analogue à l'outremer bleu.	Se décolore et dégage H^2S.	Rien.	Rien.	Au rouge blanc col. rouge brun.	
Vert de Guignet (in.).	Oxyde de chrome hydraté.	Sol. verte par ébullition prolongée	Rien.	Rien.	Devient noir.	
Vert de Rinmann (p.v.).	Protoxyde de cobalt et oxyde de zinc.	Rien.	Sol. verte.	Rien.	Rien.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Vert de Brême. Vert de Brunswick. Vert de montagne (vé.)	Oxyde de cuivre hydraté.	Sol. jaune-verdâtre souvent pr. blanc.	Sol. bleue.	Bleu.	Col. flamme en vert résidu noir.	Pour les combinaisons de cuivre, il suffit d'ajouter une lame de fer dans les sol. acides : on obtient cuivre métallique.
Vert de gris (vé.).	Acétate basique de cuivre.	Sol. jaune-verdâtre.	Id.	Id.	Id.	
Vert de Scheele (t. v.).	Arsénite de cuivre.	Id.	Sol. sans col.	Sol. bleue.	Avec charbon odeur d'ail.	
Vert Schweinfurth (t. vé.).	Arsénite et acétate de cuivre.	Id.	Id.	Sol. col. bleue intense.	Avec charbon odeur d'ail.	
Cinabre vert (p. vé.).	Mélange de bleu de Prusse et jaune de chrome.	Col. vert bleu pr. blanc.	Décol. à chaud.	Rien.	Résidu brun avec charbon culot de plomb	
Vert minéral (vé.).	Carbonate de cuivre.	Sol. jaune avec effervescence.	Sol. bleue avec effervescence.	Poudre devenant bleuâtre.	Résidu brun.	
Terre verte (in.).	Silicate ferreux et ferrique avec potasse et magnésie.	Se dissout à chaud en jaune-brunâtre.	Se dissout à chaud. Sol. brune.	Rien.	Rouge-brun.	

(405) *Dosage de l'Anthracène.*

On dissout 1 gramme de l'échantillon dans 45 centimètres cubes d'acide acétique glacial, on filtre la liqueur bouillante et, sans interrompre l'ébullition, on ajoute en 2 heures une solution de 15 grammes d'acide chromique dans 10 centimètres cubes d'eau et 10 centimètres cubes d'acide acétique glacial ; on fait bouillir encore 2 heures On laisse 12 heures, on ajoute peu à peu 400 centimètres cubes d'eau, on filtre après 3 heures, on lave sur le filtre à l'eau, puis à l'hydrate de sodium très étendu et chaud, enfin à l'eau. Au moyen d'une pissette on chasse l'anthraquinone dans une capsule, on sèche à 100°, on y ajoute 10 fois son poids d'acide sulfurique fumant à 68° B ; on chauffe 10 minutes au bain-marie à 100°, on laisse 12 heures et on ajoute 200 centimètres cubes d'eau ; on filtre et on lave comme plus haut l'anthraquinone obtenue, qu'on rassemble dans une capsule et qu'on pèse séchée à 100° ; ensuite on l'incinère et on déduit le poids des cendres. Le poids obtenu par différence donne l'anthraquinone, dont le poids multiplié par 0,8556 donne l'anthracène pour 100.

(406) *Sur l'emploi des Spectres d'absorption.*

(Voyez la Notice de l'Agenda pour 1886.)

Les matières colorantes donnent, suivant les cas, des bandes ou bien des absorptions unilatérale ou bilatérale. La courbe 70 est un exemple d'absorption unilatérale dégradée dans le violet, tandis que la courbe 94 montre une absorption unilatérale du violet qui se termine brusquement entre les raies D et E, dans le vert. Le sulfate de cuivre (courbe 13) nous montre une absorption unilatérale dans le rouge, en liqueur diluée, et une absorption bilatérale en liqueur concentrée (celle-ci étant figurée par un pointillé). Le manganate de potassium (courbe 2) donne également une absorption bilatérale. Le bleu de Prusse dissous dans l'acide oxalique se comporte de même.

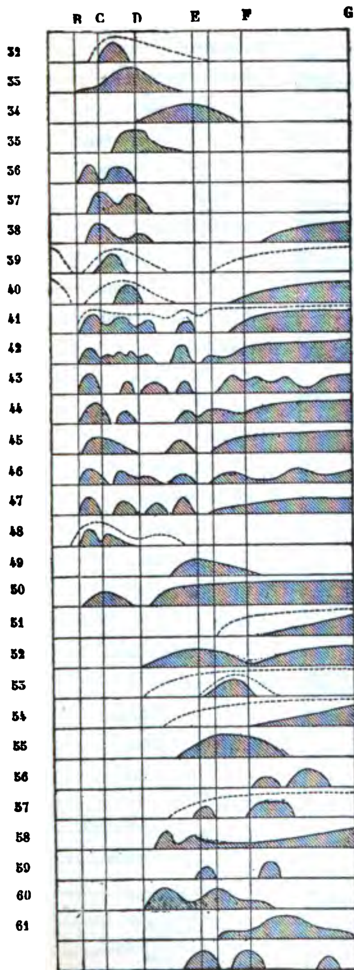
Nous citerons encore comme couleurs absorbant le côté violet jusqu'au bleu ou au vert suivant la concentration : le coquelicot, le bois jaune, le caramel, l'acide picrique, le quercitron, le gaïac, la gomme-gutte, la chrysotoluidine, le vert de vessie et les sels ferriques, enfin la plupart des dérivés azoïques.

La position des bandes n'est pas absolue comme celle des raies du spectre, elle change avec la concentration, la source de l'éclairage, la nature du dissolvant, et la réaction acide ou alcaline de la solution.

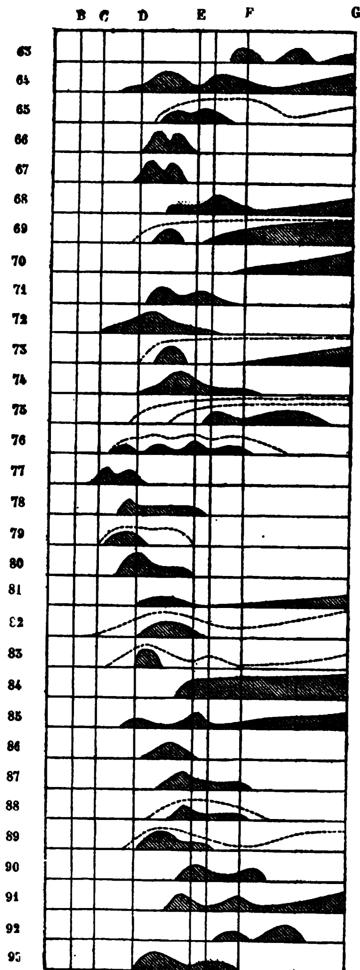
Pour certaines matières colorantes, surtout les jaunes, il y a souvent avantage à les examiner avec une fente large et sous une notable épaisseur ; on discerne alors, dans l'absorption graduelle du violet, des bandes plus ou moins caractéristiques, qui échappent à la vue dans les conditions habituelles.

B C D E F G

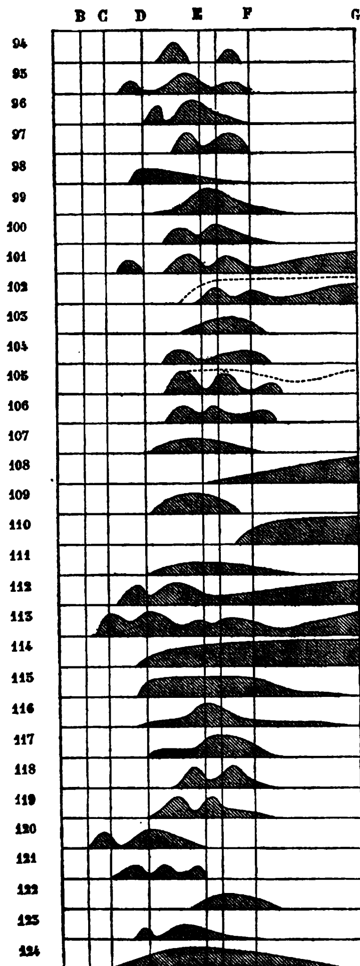
1	Permanganate de potassium.
2	Manganate —
3	Nitrate d'urane.
4	Sels uraneux.
5	Chlorure de cobalt.
6	Hydrate de cobalt.
7	Chlorure de nickel ammoniacal.
8	Alun de chrome violet.
9	— vert.
10	Acide perchromique, *éther*.
11	Sulfate ferreux + AzO.
12	Sulfocyanure ferrique, *éther*.
13	Sulfate de cuivre.
14	Hémoglobine oxygénée.
15	— réduite.
16	— + AzO.
17	— + CO.
18	Hématine alcaline.
19	— + KCy.
20	— acide.
21	Hémochromogène, alcalin.
22	Hématoporphyrine, alcaline.
23	Méthémoglobine, alcaline.
24	— acide.
25	Sirop de violettes.
26	— acide.
27	— alcalin.
28	Violet d'ergot de seigle
29	Iodure d'amidon.
30	Violet Hofmann rouge.
31	— bleu méthylé.



Indigo.
Bleu d'aniline, *alcool.*
— sulfoconjugué, *eau.*
Bleu de quinoléine.
Bleu de méthylène.
Bleu azur.
Picrate de vert méthylé.
Vert malachite.
Vert brillant.
Chlorophylle, s. fraîche, *alcool.*
— s. vieille, —
Huile d'olives.
Huile de jusquiame.
Chlorophylle + HCl début.
— — act. compl.
— — excès.
— + KHO.
Carthame.
Sang-dragon.
Curcuma.
— + Ammoniaque.
Fluorescéine.
Orangé de diphénylamine.
— au β-naphtol
Safran, *alc. amyl.*
— *alcool.*
— *alcool aqueux.*
Tomate, *éther acétique.*
— *sulfure de carbone.*
— *alcool amylique.*
Rocou, *sulfure de carbone.*



63	Rocou, *éther*.
64	Cochenille, *eau* + *acide*.
65	— *alcool*.
66	— — + Amm.
67	— — + KHO.
68	— — + aci
69	Campêche + *eau*.
70	— — + acide.
71	— — + Amm.
72	— — + KHO.
73	Fernambouc.
74	— + Amm.
75	Santal.
76	Orcanette.
77	— + Amm.
78	Tournesol, orseille.
79	— + KHO.
80	— + Amm.
81	— + acide.
82	Fuchsine.
83	— sulfoconjuguée.
84	Acide rosolique
85	— — + Amm.
86	Coralline rouge, *alcool*.
87	— — + *eau*.
88	Safranine.
89	Rouge de Magdala.
90	Éosine, *alcool*
91	— *alcool amylique*.
92	— — + acide.
93	Rose Bengale, *alcool*.



94 Cyanosine.
95 Azaline (Vogel).
96 Azarine rouge, *alcool.*
97 — *alcool amylique.*
98 — — + Amm.
99 — + acide, *sulfure de carbone.*
100 Purpurine, *eau.*
101 — *alcool* + KHO.
102 — *eau* + Amm.
103 — — — + Az^4HCl
104 — *alcool* + Amm.
105 — *eau* + Amm. + alun.
106 Purpurinamide.
107 — + BaO.
108 Isopurpurine.
109 — + Amm.
110 Alizarine, *alcool.*
111 — — + Amm.
112 — *eau* + Amm.
113 — *alcool* + KHO.
114 Nitroalizarine, *alcool.*
115 — — + Amm.
116 — — + KHO.
117 — *alcool amylique.*
118 Bleu d'alizarine, *alcool.*
119 — *sulfure de carbone.*
120 Sulfoxyanthraquinone, *alcool* + KHO
121 — *eau* —
122 Alizarinamide.
123 — + Amm.
124 Betterave rouge.

B C D E F

125 Framboise.
126 — + Amm.
127 Jacquez, couleur s. eau.
128 Raisin frais, + Amm.
129 — + $CuSO^4$.
130 Vin fermenté.
131 Petit-Bouschet.
132 Vin + Amm.
133 Jacquez + Amm.
134 Petit-Bouschet + borax.
135 — + acét. alum.
136 Jacquez + acét. alum.
137 Jus de fruits rouges.
138 Vin + acétate d'alumine.

(407) *Essai de l'alcool méthylique pur.*

1° Il doit marquer au moins 99° à l'alcoomètre (densité 0,7995 à 15°).
2° Il ne doit pas renfermer plus de 0,7 p. o/o d'acétone.

Pour ce dosage on introduit dans un tube de 30 cc., gradué par demi-centimètres cubes, 10 cc. de soude caustique double-normale, à 80 gr. par litre, 1 cc. mesuré exactement de l'alcool à essayer, enfin, après agitation, 5 cc. d'iode double-normal à 254 gr. d'iode et 350 gr. d'iodure de potassium pour un litre ; on agite, on laisse reposer, puis on ajoute 10 cc. d'éther pur. On bouche et on agite bien. On mesure ensuite le volume de l'éther et on en prélève 5 cc., qu'on laisse évaporer sur un verre de montre taré ; on sèche rapidement sur l'acide sulfurique et on pèse : le poids de l'iodoforme $\times 0,14723$ donne celui de l'acétone; on multiplie par le rapport de l'éther total à celui qui a été évaporé, et on ramène au poids de l'alcool méthylique pour avoir la quantité p. o/o.

3° En distillant l'alcool, il doit passer au moins 95 p. o/o dans l'intervalle d'un degré du thermomètre.

4° L'alcool doit se colorer tout au plus en jaune clair avec le double de son volume d'acide sulfurique à 66°.

5° 5 cc. d'alcool ne doivent pas décolorer immédiatement 1 cc. de permanganate à 1 gr. par litre.

6° 25 cc. d'alcool doivent encore rester jaunes avec 1 cc. de solution de 1 p. de brome dans 80 parties d'acide acétique à 50 p. o/o.

7° Enfin l'alcool doit rester tout à fait incolore avec la soude caustique, même en excès.

Section XVIII. — Recettes diverses.

Encre indélébile. — Encre de Chine dans soude caustique à 1° B.

Encre pour écrire sur le verre. — Faire dissoudre à une douce chaleur 5 parties de copal en poudre dans 32 parties d'essence de lavande, et colorer par du noir de fumée, de l'indigo ou du vermillon.

Encre pour graver sur le verre. — On sature l'acide fluorhydrique du commerce par de l'ammoniaque, on ajoute un volume égal d'acide fluorhydrique et on épaissit avec un peu de sulfate de baryum en poudre fine. On peut écrire avec une plume métallique; l'encre mord presque instantanément; il suffit ensuite de laver à l'eau.

Encre en poudre. — Sel de potassium de l'acide sulfoconjugué de la violaniline, mélangé de copal et borax pulvérisé.

Encre pourpre indélébile pour le linge. — 1° Carbonate de soude, 12 gr.; gomme arabique, 12 gr.; eau, 45 gr. — 2° Chlorure de platine, 4 gr.; eau distillée, 64 gr. — 3° Protochlorure d'étain, 4 gr.; eau distillée, 64 gr. — Tremper l'étoffe dans la solution 1; faire sécher et écrire avec la solution 2; laisser sécher et recouvrir les caractères avec le liquide 3. La couleur pourpre apparaît de suite; elle résiste au savon.

Luts. — 1° On mélange du blanc de zinc avec son volume de sable fin, et on y ajoute un poids un peu supérieur à celui de l'oxyde de zinc, d'une solution de chlorure de zinc ferrugineux d'une densité de 1,62; on broie le tout dans un mortier et on applique la pâte sur les bouchons enfoncés de quelques millimètres dans le goulot de la fiole. 2° On fait une bouillie de silicate de soude commercial et de kaolin pulvérisé, avec ou sans craie; on l'applique sur les bouchons et on laisse sécher. 3° On gâche du plâtre avec de l'eau contenant 5 pour 100 de gomme arabique; la bouillie prend en une demi-heure. 4° Graine de lin avec de l'eau gommée. 5° Pour réunir le verre et les métaux : résine, 4 cire 1, colcothar 1. Faire fondre jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus d'écume. D'après une autre formule, on met 10 de résine. En été, on met moins de cire.

Colle liquide pour porcelaine. — Colle de poisson 5 gr.; acide acétique cristallisable 20 gr.; chauffer jusqu'à ce qu'elle se prenne en gelée à froid.

Colle forte liquide. — Dissoudre au bain-marie : gélatine transparente 1 p.; acide acétique très fort 1 p.; alcool fort 1/4 p.; alun un peu.

Colle forte incorruptible. — Dissoudre au bain-marie: colle forte de Givet 1 kilogr.; eau 1 kilogr.; ajouter peu à peu à cette solution : acide azotique, à 36°, 200 gr. On peut s'en servir comme lut en l'étendant au pinceau sur un linge.

Glu marine. — Laisser en contact trois à quatre jours 1 p. de caoutchouc et 3 p. d'huile de goudron. Décanter le liquide et y dissoudre à chaud 3 p. de gomme laque. Couler dans des moules; la masse se solidifie à froid. Pour réunir le bois et faire des vases étanches.

Ciment résistant au pétrole et à la benzine. — Gélatine fluididifiée à chaud par un peu de glycérine.

Mastic de fontainier. — Malaxer 9 p. de brique pilée et tamisée avec 1 partie de litharge et un peu d'huile de lin. Ne fait prise qu'en 6 heures.

Mastic de plomb. — On malaxe avec 1 partie d'huile de lin, 1 partie de céruse ou 1 partie de minium, ou 1 partie de ces deux corps mélangés.

Mastic de fer. — 1° On mélange intimement 98 parties limaille de fer; 1 partie fleur de soufre; 1 partie sel ammoniac. On délaye dans l'eau à consistance de mortier; ce mastic doit être employé de suite. 2° (allant au feu) : limaille de fer, 50 parties; sel ammoniac, 1 partie. 3° Pour cornues de terre: argile en poudre, 4 parties; limaille de fer, 4 parties; sel ammoniac, 1 partie; fleur de soufre, 1/2 partie. Mélanger, puis arroser d'eau ammoniacale ou de carbonate d'ammonium.

Mastic pour briques et porcelaines (peu fusible). — Silicate neutre de soude, 1 partie; magnésie calcinée, 1 partie; oxyde de zinc, 1 partie. Appliquer et laisser sécher, puis porter au feu.

Mastic pour sceller les tubes de manomètres. — Délayer du plâtre en poudre impalpable dans de l'huile à machine; lorsque la pâte est bien liée, ajoutez des blancs d'œuf, le double du poids d'huile, et mélangez au mortier.

Bouchons pour le chlore. — On scie un bloc de pierre ponce, on l'arrondit à la lime en forme de bouchon conique, on le perce avec une percette comme un bouchon de liège, et on l'applique sur la fiole; on le recouvre d'un des luts précédents (1, 2 ou 3).

Vernis. — Solution alcoolique saturée de gomme laque blanche.

Vernis pour efflorescences des piles Leclanché. — Vaseline et paraffine à poids égal.

Vernis pour cuivre. — Sulfure de carbone, 1 partie; benzine, 1 partie; essence de térébenthine, 1 partie; esprit-de-bois, 2 parties; copal dur, 1 partie.

Réactif de Millon. — On dissout 1 partie de mercure dans 2 parties d'acide nitrique d'une densité de 1,42, à froid d'abord, ensuite en chauffant. Quand la solution est complète, on ajoute au liquide le double de son volume d'eau, on laisse reposer et on décante la portion claire.

Sous-acétate de plomb. — On fond, à feu nu, un mélange de 20 p. d'acétate de plomb cristallisé et de 6 p. de litharge finement pulvérisée. Le produit (sous-acétate solide) est dissous dans 70 p. d'eau chaude, et la solution filtrée est conservée dans un flacon bien bouché.

Solution d'indigo. — On mêle de l'indigo finement pulvérisé avec

4 à 6 parties d'acide sulfurique fumant; on laisse reposer 48 heures au frais et on étend de 20 volumes d'eau distillée.

Tableau des soudures.

Soudures faibles.	Étain.	Plomb.	Bismuth.	Employer avec :	P. de fusion.
Soudure au plomb, grossière.	1	3		C	246
» ordinaire.	1	2		C	224
» »	2	3		C, S	
Soudure à l'étain............	1 1/2	1		C, Z	168
» supérieure..	2	1		C, Z	171
Soudure au bismuth.........	4	4	1	C, Z	160
»	3	3	1	»	155
»	2	2	1	»	142
»	1	2	2	»	111
»	5	3	3	»	94
Soudure à l'étain............	3	4	2	»	

C, colophane; Z, chlorure de zinc; S, acide stéarique (bougie).

Soudures fortes, avec borax.

Brasure pour cuivre, laiton, fer.	cuivre 2, zinc 1.
»	laiton malléable 5, zinc 1.
»	cuivre 1, zinc 1.
» plus fusible.	laiton laminé.
Soudure à l'argent, pour bijoux ou sur acier................	argent 19, cuivre 1, laiton 1.
Soudure à l'argent, pour plaques.	» 2, » 1.
» sur cuivre ou sur fer......................	» 1, » 1.
Soudure à l'argent, fusible......	» 5, zinc 1, » 5.
Soudure à l'or................	or 12, argent 2, cuivre 4.

Solution d'amidon. — Amidon, 1 p.; eau, 100 p.: faire bouillir et filtrer ou décanter après refroidissement.

Papiers réactifs. — On trempe du papier blanc mince et non collé dans les différentes solutions qui suivent, puis on laisse sécher. — 1° *Curcuma.* On lave avec beaucoup d'eau de la racine de curcuma en poudre, on sèche et on chauffe avec 4 parties d'alcool et 4 parties d'eau; après quelques heures on filtre. — 2° *Tournesol.* On pulvérise le tournesol en pains, on le fait bouillir avec de l'alcool à 85° qu'on

jette ensuite, on l'arrose avec 6 à 8 parties d'eau, on chauffe, on filtre, on ajoute 1 partie d'alcool et on conserve dans un flacon fermé par un tampon de coton. A la moitié de cette teinture on ajoute de l'acide sulfurique étendu jusqu'à ce que la coloration soit presque rouge, et on réunit à l'autre moitié pour avoir la teinture sensible; on y trempe le papier pour l'avoir bleu. Pour le rougir, on le trempe dans une solution très faible d'acide chlorhydrique et on fait sécher. — 3° *Noix de galle*. Décoction de 1 partie de noix de galle pulvérisée dans 10 parties d'eau; coloration noire par les sels ferriques. — 4° *Amidon*. Le papier du commerce, collé à l'amidon, sert à rechercher l'iode. — 5° *Acétate de plomb*. Solution au 10e d'acétate neutre de plomb; le papier noircit par les sulfures; on peut le remplacer par du carton recouvert de céruse, puis glacé (voy. table 232). — 6° *Iodure de potassium* (voy. table 274). — 7° *Iodate de potassium*, 1 partie iodate de potassium, 1 partie amidon, 20 parties eau; faire bouillir et laisser refroidir en agitant. Sert à la recherche des acides sulfureux et azoteux. — 8° *Ozonométrique*. Papier à l'iodure de potassium; ou papier de tournesol rouge trempé à moitié dans une solution au 20e d'iodure de potassium; la moitié iodurée doit bleuir seule. — 9° *Fuchsine*. Solution au 40e de chlorhydrate de rosaniline. Ce papier jaunit par un excès d'acide libre, tandis que les sels neutres qui rougissent le tournesol ne l'altèrent pas. 10° *Fernambouc*. Décoction aqueuse au 5e de bois de Fernambouc: jaunit par l'acide fluorhydrique. — 11° *Liguline*. Baies de troène (*Ligustrum vulgare*) dans de l'eau distillée bouillante : rougit par les acides, verdit par les bases, et bleuit par les eaux calcaires. — 12° *Sulfocyanate de potassium*. Solution au 20e : rougit par les sels ferriques. — 13° *Nitroprussiate de sodium*. Solution au 20e; devient violet par les sulfures; rien avec l'hydrogène sulfuré libre.

Teintures pour titrages alcalimétriques. — 1° *Tournesol* (voy. ci-dessus 2°). — 2° *Cochenille*. 2 grammes cochenille, 400 cc. eau, 100 cc. alcool; on laisse macérer à froid. — 3° *Campêche*. L'intérieur des bûches de campêche est coupé en copeaux qu'on fait bouillir avec de l'eau. — 4° *Acide rosolique*. Produit commercial dissous dans l'eau et neutralisé par l'acide chlorhydrique. Ces trois teintures deviennent violettes par les alcalis et jaunes par les acides. — 5° *Violet de méthylaniline*. Solution aqueuse au 1000e. Vire au bleu-vert par les acides minéraux puissants, même en liqueur étendue; n'est pas changé par les acides organiques. — 6° *Phtaléine du phénol*. On chauffe à 120—130° 10 parties de phénol, 5 parties anhydrique phtalique et 4 parties acide sulfurique concentré, jusqu'à ce que la matière devienne solide au bout de la baguette; on lave à l'eau et on fait sécher le produit pulvérulent. On en fait une solution alcoolique au 30e; on ajoute une goutte de cette solution au liquide d'un titrage acidimétrique. Dès que l'alcali est en excès, le liquide se colore en violet; les acides, même l'acide carbonique en certaine proportion, décolorent la liqueur; on ne peut l'employer en présence d'ammoniaque. — 7° *Orangé de diméthylaniline*, hélianthine de Poirrier, en

solution à 1 gramme par litre d'eau froide : il vire au rouge par les acides minéraux seulement, même par l'acide sulfureux, mais non par les acides organiques, l'acide oxalique compris, ou par l'acide carbonique ou l'hydrogène sulfuré; on en ajoute environ 4 gouttes pour 100 cc. de liquide qui doit être faiblement mais nettement coloré : il ne faut jamais l'employer dans des liquides chauds; il est insensible à l'action de l'acide carbonique et réussit en présence d'ammoniaque, mais il faut déduire la quantité d'acide nécessaire pour produire le virage en liqueur neutre (environ 3 dixièmes de centimètre cube d'acide décime pour 100 cc. de liquide et 4 gouttes d'indicateur). — 8° *Phénacétoline*, en dissolution à 1 pour 100 dans l'alcool; on en ajoute deux ou trois gouttes; elle réussit bien avec l'ammoniaque et les carbonates; elle est jaune avec les alcalis, rouge avec les carbonates et jaune d'or avec les acides. On l'emploie utilement à doser les carbonates dans les alcalis caustiques ou non en notant les deux virages; mais il importe de remarquer que si l'excès des carbonates sur l'alcali est considérable, la solution sera de suite rouge avec ce réactif. — 9° *Bleu soluble* CHB de Poirrier. Il est rouge en présence des alcalis libres et bleu avec les carbonates alcalins et les sels à acides faibles, et peut servir utilement à titrer l'alcali caustique dans les carbonates; on l'emploie en solution aqueuse à 1/500°.

Nota. A la lumière du sodium, obtenue en plaçant dans la flamme du bec Bunsen du sel marin dans un panier de fil ou toile de platine, le tournesol bleu paraît noir et le rouge est incolore; le virage est net, même pour les liquides colorés en jaune.

La phtaléine du phénol réussit bien avec les acides minéraux et organiques : quand on titre les carbonates, le virage se produit aussitôt que la moitié de l'acide carbonique est déplacée en formant le bicarbonate; si on chauffe ensuite le liquide à l'ébullition, on remarque qu'il faut ajouter un volume d'acide exactement égal à celui qu'on avait employé à froid.

Pour le titrage des carbonates de baryum, de calcium et de magnésium, il vaut mieux opérer à froid avec l'orange de méthyle.

Pâte chromographique. — Pour 1 kilogr. de pâte, faire bouillir 300 cc. d'eau, ajouter 100 gr. de gélatine en petits morceaux ; après dissolution y mêler 700 gr. glycérine, agiter, puis faire passer à travers une passoire fine, en recueillant dans les cuvettes à rebord peu élevé, où se fait le tirage; enlever avec une carte les bulles et la mousse superficielles, et laisser prendre. La pâte doit être molle et collante.

L'encre se prépare en épuisant 50 gr. de violet de méthylaniline BBB par 500 cc. d'eau froide employée par portions, de manière à tout dissoudre.

Alliage se dilatant par le refroidissement. — Cet alliage se compose de : plomb, 6 parties; antimoine, 9 parties; bismuth, 1 partie. Il est excellent pour les joints métalliques, ou bien pour sceller du métal dans la pierre ou le marbre.

SUPPLÉMENT 1895

NOTICES

(1) Georges Salet,

par M. Ch. FRIEDEL, de l'Institut.

Le savant distingué dont la Science française déplore la perte prématurée n'a pas été, de son vivant, apprécié à sa juste valeur. D'une extrême modestie, il ne s'est jamais attaché à faire valoir ses travaux et ses découvertes, et s'est contenté pour celles-ci d'un minimum de publicité, qui parfois ne dépassait pas son entourage immédiat. C'est pour ceux qui l'ont connu et aimé, car l'un n'allait pas sans l'autre, un devoir d'autant plus pressant de rappeler les services éminents qu'il a rendus, et de faire revivre autant que possible sa figure sympathique et loyale.

Pierre-Gabriel-Georges Salet est né à Paris le 5 mai 1844. Fil unique, élevé avec soin par ses parents, il n'entra au lycée comms externe qu'à l'âge de douze ans et il y fit d'excellentes études; il y avaie été préparé dans sa famille et par un professeur, M. Laroche, esprit distingué, d'une forte culture littéraire et de goûts artistiques, à qui il conservait un souvenir reconnaissant et fidèle.

Il avait eu souvent, dès son enfance, l'occasion de voir et d'entendre Boussingault, l'illustre savant et voyageur, qui était lié d'amitié avec ses parents et dont il aimait à rappeler les récits de voyages intéressants et les conversations pleines d'esprit. On peut sans doute attribuer à cette influence, en même temps qu'à un goût inné pour la science, l'idée qu'il eut de se vouer à la chimie. Ses classes terminées, il entra d'abord au laboratoire de recherches de la Sorbonne, qui était alors dirigé par M. V. de Luynes, puis, quelque temps après, à celui de Wurtz à l'École de Médecine.

Dans le premier, il débuta par des recherches sur la mannite et sur la glycérine, faites en collaboration avec M. de Luynes. C'est dans cette série de recherches que les deux collaborateurs employèrent pour la première fois comme hydrogénant le phosphore en présence de l'acide iodhydrique. Cet excellent procédé a souvent été attribué à d'autres chimistes qui s'en sont servis après eux.

...

Quand Salet entra au laboratoire de Wurtz, il était l'image même de la jeunesse intelligente et aimable. Plein d'entrain, heureux, admirablement doué à la fois pour les sciences et pour les arts, il apporta dans ce laboratoire, déjà très gai et animé de l'entrain du professeur, un charme de plus, et s'y fit dès l'abord aimer de tous ceux qui le peuplaient alors : Grimaux, Gautier, Caventou, Crafts, Perrot, Ph. de Clermont, Willm, Vogt, Girard, Beilstein, Oppenheim, Lippmann, Tollens, sans compter l'excellent patron, comme nous l'appelions, aux chants duquel, sous la voûte sonore du laboratoire, répondaient souvent ceux du jeune débutant.

Les fantaisies joyeuses de l'un ou de l'autre, toujours maintenues dans une juste mesure par le respect affectueux qu'on portait au maître, étaient bien accueillies de tous. Un jour Salet s'avisa d'orner la cheminée monumentale, qui forme hotte sur une des parois du laboratoire, de deux figures symboliques représentant la Théorie et la Pratique. Il prit pour cela deux grosses bouteilles en grès et dessina au charbon et à la craie, sur l'une une figure riante et aimable, sur l'autre un masque morose et sévère et, les drapant élégamment avec des torchons du laboratoire, pour dissimuler les goulots des bouteilles et garnir les figures, il réalisa une ornementation qui nous amusa par son originalité et par le goût qu'il y avait déployé et qui fut pendant longtemps respectée.

Les travaux n'en marchaient pas plus mal au milieu de cette activité joyeuse et dans ce milieu vivant où les idées nouvelles produisaient une riche moisson de découvertes. Salet y eut sa bonne part et fit œuvre utile dès son premier essai. A côté du chlorure de cyanogène étudié par Wurtz, liquide à 15°, on admettait l'existence d'un autre chlorure isomérique avec le premier, et qui aurait été gazeux. Salet fit disparaître de la science cette conclusion fondée sur des faits mal interprétés, en montrant qu'il n'y a pas de différence entre les chlorures liquide et gazeux, et que les états polymériques du chlorure de cyanogène se réduisent à deux, l'un solide, l'autre liquide ou gazeux, suivant la température.

Une intéressante série de déterminations de la densité de vapeur du peroxyde d'azote, faite par MM. H. de Sainte-Claire Deville et Troost, vint donner peu après à Salet l'occasion d'entrer dans la voie de la physico-chimie, et de le faire de la façon la plus brillante et la plus féconde.

Se fondant sur la théorie moléculaire des gaz et des vapeurs, il supposa que les variations de densité observées par les deux savants chimistes pouvaient être causées par une dissociation polymérique de la molécule Az^2O^4, occupant, suivant la loi générale d'Avogadro et d'Ampère, 2 volumes, en deux molécules AzO^2 occupant chacune 2 volumes. Il donna la formule permettant de passer des densités observées à la composition du mélange des deux espèces de vapeurs; cette formule a été appliquée depuis bien des fois dans des cas de dissociation polymérique.

Il trouva d'ailleurs une vérification frappante de son hypothèse

dans ce fait curieux que la couleur rouge bien connue de l'hypoazotide diminue lorsque la température s'abaisse; à l'état liquide, à basse température, le produit est à peu près incolore. Cette particularité pouvait s'expliquer si on supposait que la molécule Az^2O^4 était incolore, la molécule AzO^2, au contraire, colorée. Partant de cette hypothèse, on pouvait calculer quelle devait être l'intensité de la coloration à diverses températures, cette intensité devant être proportionnelle à la quantité de AzO^2 contenue dans le mélange. Salet imagina un colorimètre spécial qui lui montra d'une manière très nette, dans la limite d'exactitude que comportent les expériences colorimétriques, la concordance de l'expérience avec le calcul, ou plutôt des données colorimétriques avec celles fournies par les déterminations de densités. Il a pu vérifier aussi l'existence d'un maximum de coloration à la température prévue.

L'étude chimique de la flamme de l'hydrogène a conduit Salet à des résultats fort intéressants et l'a de plus acheminé vers la spectroscopie, le principal champ de ses recherches.

La flamme d'un gaz qui brûle, comme celle du chalumeau utilisé depuis longtemps par les minéralogistes et les chimistes, offre des zones de températures très variées et dans lesquelles se passent des réactions souvent opposées. La flamme de l'hydrogène est fortement réductrice, assez pour réduire n'importe quel composé sulfuré, l'acide sulfurique lui-même.

En effet, si on vient à la refroidir en l'écrasant contre un corps froid, alors qu'elle renferme un composé sulfuré, on voit la surface du solide se recouvrir de soufre; en même temps la partie refroidie de la flamme prend une couleur d'un beau bleu caractéristique, qu permet de reconnaître la présence d'une quantité extrêmement minime du métalloïde ou de ses composés.

D'autre part, la partie extérieure de la flamme est très oxydante : l'oxygène s'y transforme en ozone, l'azote en acide azotique, l'eau en eau oxygénée, et même l'iode en acide iodique.

Salet imagina, pour mettre ces singulières réactions en évidence, un appareil composé d'un petit serpentin en platine, refroidi intérieurement par un courant d'eau froide.

Lorsque cet appareil est placé dans la flamme, l'eau formée dans la combustion ruisselle à sa surface et peut être recueillie dans un tube d'essai. Dans l'eau condensée, on retrouve les produits formés.

Quant à la flamme bleue du soufre, la meilleure manière de la faire voir consiste à écraser le gaz allumé sur une nappe unie d'eau s'étalant à la surface d'une lame de platine. On peut alors examiner par la tranche la tache lumineuse qui se produit et on constate qu'elle est assez brillante pour se prêter à l'examen spectroscopique. Le phénomène est tellement sensible, que la quantité de soufre contenue dans un cheveu suffit pour le faire apparaître nettement.

L'examen spectroscopique du soufre dans ces conditions conduisit Salet à une étude complète du spectre de cet élément, puis des autres métalloïdes. Ici encore, nous le voyons trouver des méthodes ingé

nieuses et nouvelles pour se mettre à l'abri des erreurs d'expérience qui avaient compliqué les résultats obtenus par les précédents expérimentateurs.

Les tubes de Plücker, employés pour l'étude des spectres de métalloïdes, présentaient l'inconvénient de pouvoir donner, en même temps que les spectres cherchés, ceux des gaz pouvant être contenus dans les électrodes; de fait, après avoir servi pendant quelque temps, les tubes donnaient des spectres différents de ceux de la matière primitivement introduite.

Salet eut l'idée de supprimer les électrodes et d'employer ce qu'il a appelé les tubes à gaines, c'est-à-dire des tubes de Plücker dont les deux chambres sont entourées d'armatures métalliques communiquant avec les bornes d'une bobine de Ruhmkorff. L'appareil ainsi construit peut être porté au rouge dans un courant d'oxygène et purifié par cette opération. Il donne une lumière suffisamment belle, sans que l'on soit obligé de porter le gaz qu'il contient à une très haute température, si on l'observe de bout en bout, au lieu de le regarder en travers. Ces tubes sont maintenant d'un usage courant et devraient recevoir le nom de tubes Salet.

Salet s'en est servi pour la première fois pour établir d'une manière positive un fait important, et alors encore fortement contesté, l'existence de deux spectres, l'un de lignes, l'autre de bandes appartenant au même métalloïde, et ne dépendant que de la température de la vapeur. Ils correspondent, d'après l'interprétation très plausible qu'il en a donnée, à deux états polymériques de la molécule.

Nous n'insisterons pas sur les nombreuses observations faites sur le sélénium, l'étain, le phosphore, le silicium, etc., quoique dans toutes Salet ait montré la même ingéniosité, et que pour le phosphore il ait fait connaître le premier spectre de combustion lente.

Mais il convient de nous arrêter un peu sur ce qui concerne l'iode, dont l'étude l'a occupé jusque dans ces dernières années, tant les difficultés à vaincre, en raison des hautes températures qu'il fallait atteindre, étaient grandes.

Salet fit connaître, pour ce métalloïde aussi, l'existence de deux spectres, celui de bandes se produisant à une température relativement basse dans le tube à gaines, et celui de lignes dans l'étincelle électrique. Il fit voir en outre que l'iode, chauffé à l'aide du chalumeau à gaz dans un tube de verre de Bohême, devient rouge de feu comme un corps solide, et qu'un fil de platine, chauffé au rouge blanc par la pile dans la vapeur d'iode, s'entoure comme d'une flamme.

Pour l'iode, comme pour le soufre, Salet interprète l'existence de deux spectres différents, de même qu'il l'avait fait pour les différences de coloration du peroxyde d'azote, par une allotropie, un changement moléculaire produit par la chaleur, la molécule se dédoublant quand elle est portée à une température assez élevée.

Les expériences de MM. Crafts et Meier ont montré, depuis, que la densité de vapeur de l'iode devient moitié moindre aux températures les plus élevées qu'ils aient pu atteindre, et justifient ainsi l'interpré-

tation due au jeune savant. Celui-ci, complétant d'ailleurs plus tard ses expériences, montra qu'à ces très hautes températures la vapeur d'iode devient incolore, et ne présente plus de spectre d'absorption. Le spectre de lignes ne serait sans doute visible que sous une épaisseur beaucoup plus grande que celle sur laquelle il lui avait été possible de faire ses observations.

Une grave objection avait été élevée contre la multiplicité des spectres d'un même élément par les expériences de M. Schuster, qui avait annoncé qu'en chauffant l'azote avec le sodium on le rend incapable de fournir son spectre de bandes, quoiqu'il continue à donner celui de lignes.

La réponse de Salet fut topique, et la preuve si bien faite que M. Schuster lui-même fut forcé de l'admettre. Il montra que, sous l'action de l'effluve électrique, le sodium absorbe l'azote de telle façon, qu'après refroidissement le tube arrête absolument la décharge, tant le vide se trouve bien fait. A chaud, à la vérité, on observe des raies, mais ce sont celles du sodium.

Récemment, M. P. A. Smith avait attribué au chlore un spectre que l'on obtient dans diverses circonstances, entre autres lorsqu'on projette du sel dans un foyer de coke incandescent.

Salet reconnut ce spectre pour celui du chlorure de cuivre, et trouva dans cette observation le principe d'une méthode extrêmement sensible pour mettre en évidence des quantités extraordinairement faibles de ce métal. On peut, par son moyen, déceler facilement le cuivre dans les cendres du coke.

Salet réunit ses recherches sur la spectroscopie, pour en faire sa thèse de doctorat ès sciences (1872).

Entre temps, et sans interrompre les travaux que nous venons de résumer brièvement, il s'occupa d'expériences destinées à éclairer la théorie du radiomètre de Crookes. Il montra que le radiomètre est une machine thermique, en remplaçant les ailettes couvertes d'un côté de noir de fumée par des ailettes de mica et d'aluminium chauffées par conductibilité. Dans un autre appareil, des ailettes fixes sont placées dans le voisinage d'un disque léger de mica pouvant tourner; ce dernier est mis en mouvement par l'impulsion des molécules gazeuses projetées, avec des vitesses inégales, par réflexion sur les deux faces des ailettes.

L'attention de Salet devait être attirée aussi par l'admirable invention du téléphone. Il s'occupa en effet de perfectionner cet instrument, et réussit à construire plusieurs appareils qui ont donné de bons résultats. L'un d'eux était fondé sur les variations de conductibilité d'un liquide. Mais l'expérience la plus jolie qu'il ait faite dans cet ordre d'idées a consisté à mesurer l'amplitude des vibrations de la plaque téléphonique, par un procédé analogue à celui dont M. Fizeau s'est servi pour mesurer de très petites dilatations. Seulement, les anneaux de Newton produits entre la lame vibrante du téléphone et une lentille placée très près d'elle, il fallait, en raison de la périodicité du phénomène, les observer au moyen d'un disque percé de

fentes, et tournant avec une vitesse convenable. Il a trouvé ainsi que l'amplitude des vibrations d'un appareil transmettant bien la parole était de 0μ,3.

On doit encore à Salet une belle expérience, la dernière de celles qu'il a publiées, dans laquelle il a démontré d'une manière très nette la généralité de la loi de Stokes, qui avait été révoquée en doute dans des cas particuliers. On sait que cette loi consiste en ce que les rayons de phosphorescence ne peuvent pas être produits par les radiations moins réfrangibles. En réalisant l'expérience des spectres croisés, et en faisant passer la lumière du premier spectre à travers une très mince cuve renfermant une solution de rouge de Magdala, par exemple, on voit à travers le deuxième spectroscope, sur un champ noir, un spectre diagonal très net et presque linéaire. La bande horizontale de lumière provenant de la phosphorescence de la solution est nettement coupée par le spectre diagonal, et se trouve toujours d'un seul côté, quelle que soit la position donnée au spectre. Si certains rayons pouvaient en fournir par phosphorescence de plus réfrangibles, il devrait s'en trouver une partie au moins de l'autre côté.

Salet a d'ailleurs fait voir à cette occasion que la loi de Stokes est une conséquence nécessaire du principe de Carnot. Si des quantités de chaleur égales prises à des températures différentes se distinguent par leurs effets mécaniques, elles se distinguent aussi, comme l'a montré M. Pellat, pour des rayons émis par des sources à des températures différentes, par leurs actions chimiques. Ce ne serait plus vrai si, contrairement à la loi de Stokes, on pouvait transformer des rayons peu réfrangibles en rayons plus réfrangibles. Cela n'est pas plus possible qu'il ne l'est de porter un corps à une température plus élevée au moyen de radiations calorifiques partant d'une source étant à une température inférieure.

La loi de Stokes n'est pas la seule loi naturelle à laquelle Salet ait contribué à donner toute sa valeur par une interprétation originale. On lui doit aussi d'avoir montré l'accord complet de la loi de Faraday avec la notion de valence, telle qu'elle est admise actuellement, des quantités égales d'électricité mettant en liberté des quantités de matière qui possèdent des valences égales.

Dans beaucoup d'articles publiés dans le *Dictionnaire de Chimie* de Wurtz, particulièrement dans ceux qui ont pour titre : absorption des gaz par les liquides; affinité; amylène et composés amyliques; chaleur au point de vue physique et chimique; composés citriques; cuivre, alliages et analyse; densités; dialyse; diffusion; distillation; ébullition; éléments; lécithine; lumière, théorie, applications, photochimie, etc.; métalloïdes et métaux; oxygène; ozone; photographie; pression, son influence en chimie; sélénium: soufre; tellure; et dans le premier Supplément au Dictionnaire, analyse spectrale; analyse pyrognostique; thermochimie, ainsi que dans bien d'autres publications, il a exposé l'état de la science avec une lucidité remarquable, et non sans y ajouter beaucoup d'idées personnelles, dont la plupart

se sont répandues sans qu'on en ait toujours fait remonter l'honneur à leur auteur.

On voit par les titres de ces articles, et mieux encore en les lisant, combien les connaissances et les aptitudes de Salet étaient variées et étendues. C'est dans son article sur l'acide citrique qu'il a déduit des réactions de cet acide la formule de constitution, qui a été vérifiée par la belle synthèse de MM. Grimaux et Adam.

Salet a rédigé aussi pour le *Dictionnaire* de Wurtz, en collaboration avec l'auteur de cette notice, les articles : chalumeau, cristallographie ; isomorphisme ; polychroïsme ; polymorphisme et tous les articles de minéralogie descriptive. Il était aussi compétent dans cette science qu'en chimie et en physique ; aussi eut-on souvent recours à ses connaissances en le chargeant d'examiner pour cette branche trop peu cultivée les candidats à la licence ès sciences.

Il collabora activement au *Bulletin de la Société chimique*, au *Journal de physique* de M. d'Ameida, à la *Revue scientifique*, où il fit paraître plusieurs conférences faites au laboratoire de Wurtz, au journal anglais *the Laboratory*, dans lequel on trouve deux articles sur le *coefficient de dilatation* des gaz en état de dissociation et sur la *loi de Faraday*. Ce dernier a été reproduit pour ce qu'il renferme d'essentiel dans plusieurs ouvrages, entre autres dans la *Chimie physique* de Naumann (1877, p. 684).

On lui doit d'avoir fait connaître en France les expériences de M. Crookes relatives à l'action de l'électricité sur les gaz très raréfiés. Il a fait sur ce sujet plusieurs conférences à la Faculté de médecine, à l'Observatoire et à la Sorbonne.

Il créa en 1876, avec la collaboration d'Henninger, de MM. Girard et Pabst, et continua à faire paraître depuis lors, l'*Agenda du Chimiste*, recueil annuel qui rend tant de services dans les laboratoires et dans les usines et qui a été récompensé par les Sociétés industrielles de Lille et de Mulhouse. Des notices biographiques de chimistes, dont plusieurs ont été rédigées par lui-même, et des résumés sur les découvertes les plus récentes demandés aux savants compétents, venaient ajouter à l'intérêt du petit volume, augmenté d'ailleurs chaque année de documents nouveaux. L'année dernière, Salet s'assura pour l'Agenda la collaboration de M. Griner et s'occupa avec lui de la refonte de plusieurs tables.

Mais nous avons laissé Salet à son entrée au laboratoire de l'École de Médecine, pour le suivre dans ses travaux, dont notre court résumé ne peut d'ailleurs donner qu'une idée très incomplète. Le jeune chimiste, après avoir passé quelques mois à Londres, au laboratoire de M. Williamson, remplaçait, dès 1867, auprès de Wurtz, comme préparateur, M. Willm, nommé chargé de cours à Lille.

Il apporta dans ses nouvelles fonctions le zèle, le soin, l'habileté qu'il mettait à tout, s'ingéniant à imaginer des appareils de démonstration commodes, des expériences frappantes, et devenant ainsi pour le brillant professeur le meilleur des collaborateurs. La tâche

n'était pas toujours facile : le maître, préoccupé de ses recherches scientifiques, était parfois peu empressé à communiquer à son préparateur le plan de sa leçon. Il fallait le poursuivre pour obtenir quelques renseignements incomplets, mais suffisant à un aide aussi dévoué et aussi intelligent. Pendant la leçon, Salet, attentif et prompt, savait toujours s'arranger pour que l'expérience fût prête au moment voulu ; il la rappelait au besoin au professeur, capable de l'oublier dans le feu de sa démonstration ; il avait en même temps à veiller sur le maître, à lui mettre en main ce qu'il fallait pour l'expérience voulue, et à le lui retirer à temps une fois qu'il avait servi, car, dans son animation, Wurtz oubliait souvent qu'il tenait un objet pouvant devenir dangereux et il le brandissait, dans ses grands gestes, au risque de blesser, ou au moins d'asperger ses auditeurs et lui-même.

Salet remplit cette tâche avec succès, d'abord à la Faculté de Médecine, puis à la Sorbonne, lorsque la chaire de chimie organique y fut créée pour Wurtz (1875). Là, les difficultés furent encore plus grandes. Le décret qui institua la chaire n'avait donné au nouveau professeur aucun laboratoire pour la préparation du cours, et pendant plusieurs années il fallut faire celle-ci à l'École de Médecine, et transporter pour chaque leçon appareils et produits à la Sorbonne. La bonne volonté de Salet ne fut pas refroidie par ces difficultés, dont les nombreux auditeurs de l'éloquent professeur ne purent pas s'apercevoir. D'ailleurs, à cette époque, celui-ci, attachant sans doute une importance plus grande à son cours, dans lequel il pouvait enseigner les théories nouvelles à de futurs licenciés, donnait plus de temps à son préparateur et des indications plus précises sur le plan de ses leçons.

Salet s'exerçait en même temps à l'enseignement en faisant des cours du soir aux élèves de l'Association philotechnique, d'abord à Passy, où ses parents habitaient alors, puis à Ivry, à l'institution de M. Pompée. On le voyait partir une fois tous les huit jours pour cette destination lointaine, les poches bourrées de produits chimiques et cachant sous un ample vêtement les appareils qu'il avait construits dans la ournée pour les montrer à ses élèves.

Ces occupations utiles et cette vie normale furent interrompues, pour lui comme pour nous tous, par la douloureuse période de la guerre. Salet, resté à Paris, y remplit son devoir, d'abord dans les rangs de la garde nationale, à côté de son père ; puis, pensant rendre ainsi des services plus utiles, il se mit à la disposition du gouvernement pour partir en ballon et concourir à la défense scientifique en portant en province les découvertes faites à Paris.

Son offre fut acceptée ; il fut mis rapidement, par les leçons de Godard, au courant de la manœuvre des ballons et dès le 12 octobre il était prêt à partir. Le même jour on le charge d'installer un poste de télégraphie optique pouvant établir une communication de la province avec Paris. Il se met aussitôt à l'étude des appareils et, avec l'ingéniosité et l'esprit pratique qu'il montrait en toute chose, il les perfectionne et les simplifie. Mais alors commencent pour lui les diffi-

cultés et les mécomptes, et renvoyé de commission en commission et d'autorité en autorité, il voit le temps se passer et sa bonne volonté, comme tant d'autres alors, laissée inutile.

La catastrophe inévitable arrivée et aggravée par les horreurs de la Commune, lorsque la tranquilité fut rétablie, Salet reprit son travail avec la blessure que portait désormais au cœur tout bon Français, mais aussi avec la foi dans l'avenir de la patrie, stimulant de tant d'énergies nouvelles et d'efforts patriotiques.

C'est peu après qu'il fut reçu docteur ès sciences.

Depuis longtemps, le besoin se faisait sentir, dans nos Facultés des sciences, d'un enseignement plus vivant, plus intime, et en même temps plus varié que celui des cours magistraux, si bien que ceux-ci fussent faits. On pensa d'abord à rétablir l'agrégation, tombée en désuétude, et dont MM. Bertrand, Peligot et Vieille sont restés pendant bien des années les titulaires platoniques.

Lorsqu'un nouveau concours fut annoncé, Salet s'empressa de se faire inscrire. Mais, peu après, la création projetée d'agrégés fut remplacée par celle de Maîtres de conférences, et Salet fut nommé Maître de conférences de chimie organique (1878). Il remplit ces fonctions jusqu'à l'année dernière, complétant de la manière la plus heureuse l'enseignement des professeurs, forcément incomplet à cause de l'abondance des matières.

En 1884, lorsque Wurtz fut enlevé à l'affection de ses élèves et à l'admiration du monde savant, Salet fut chargé d'achever le cours à peine commencé de l'illustre professeur. Il s'acquitta de cette tâche difficile de la manière la plus honorable, et eût eu certainement autant de chances pour la continuer que le méritait sa parfaite compétence, si ses travaux ne s'étaient de plus en plus spécialisés du côté de la physico-chimie.

Il avait obtenu, depuis quelque temps déjà, de remplacer une partie des conférences de chimie organique par des leçons de spectroscopie et de photochimie. Il avait réussi à organiser un laboratoire où plusieurs savants français ou étrangers étaient venus se perfectionner dans les méthodes spectroscopiques, ou faire sous sa direction des recherches photochimiques. Je citerai seulement M. Stroobant, astronome belge, M. Eginitis, directeur de l'Observatoire d'Athènes, M. Deslandres, astronome à l'Observatoire de Paris, M. Denys Cochin, député, M. le comte A. de Gramont. Ces deux derniers travaillaient encore au laboratoire au moment de la mort de Salet, et celui-ci les avait entretenus, dans ses derniers jours, de plusieurs projets de travaux devant être réalisés avec leur collaboration.

L'enseignement de Salet relatif à la spectroscopie a été condensé par lui dans un beau volume publié en 1888 chez Masson. Celui-ci devait être complété par un autre, traitant des spectres d'absorption, des spectres ultra-rouges et ultra-violets, de la spectroscopie céleste et de la spectroscopie théorique. De nombreuses notes avaient été préparées pour ces diverses parties; mais il est bien douteux qu'il soit possible maintenant d'achever l'ouvrage qu'il eût été si désirable de voir

paraître. Salet ne l'avait pas perdu de vue, et lorsqu'il avait obtenu enfin d'être chargé d'un cours de physico-chimie (1893), il avait compté terminer son ouvrage, tout en préparant certaines de ses leçons.

Il n'en a malheureusement pas été ainsi, et le cours commencé en mars 1894 avec un succès qui allait en grandissant, auprès de l'auditoire nécessairement restreint que peuvent attirer les leçons sortant du cadre strict des programmes d'examen, fut interrompu par une indisposition du professeur, à la veille des vacances de Pâques. Celles-ci n'étaient pas terminées que l'indisposition se changea en un mal foudroyant, et que Salet, se rendant parfaitement compte de la gravité de son état, s'écriait : « Mon pauvre cours, je ne le finirai pas. »

C'est ainsi qu'à tous les regrets que nous laisse le savant distingué, l'ami excellent et sûr, se joint le douloureux sentiment que fait éprouver une œuvre utile et belle, entreprise avec courage, continuée avec foi et désintéressement, et interrompue par la mort implacable alors qu'il semblait indispensable qu'elle durât quelque temps encore pour se consolider définitivement.

Puisse le cours de physico-chimie, commencé avec une compétence si grande par Salet, être repris sans une trop longue interruption et la Faculté des sciences ne pas être privée définitivement d'un enseignement si nécessaire !

Dans ce qui précède, c'est surtout l'activité scientifique de Salet que nous avons cherché à mettre en lumière. Mais à côté du savant il y avait un homme chez lequel la vie de famille et d'intérieur tenait une grande place. Marié en 1873 avec une femme dont les goûts étaient en parfaite harmonie avec les siens, il en eut trois enfants, deux filles et un fils, qu'il entourait d'une sollicitude presque maternelle. Peut-être même a-t-il pris le germe de sa dernière maladie en soignant et en veillant l'un d'eux atteint de la grippe. Au milieu de ses travaux de laboratoire, il aimait à se sentir comme dans la société des siens, et une photographie de sa femme et de ses enfants encore aujourd'hui pendue au mur dans l'une des petites pièces de la maison de la rue Saint-Jacques destinée à être prochainement démolie pour les constructions de la nouvelle Sorbonne, nous permet de deviner les trésors d'affection qui remplissaient son cœur pour eux. Aussi était-il attentif à tout ce qui pouvait leur faire plaisir. C'est afin de satisfaire le goût de sa femme pour la campagne qu'il acheta à Courteilles, dans l'Eure, non loin des sources de l'Avre, que la Ville de Paris est venue détourner en grande partie, une belle propriété où il construisit une maison en style du XVIe siècle (il ne permettait pas qu'on l'appelât un château).

Petit-fils d'architecte, ayant hérité de son grand-père et de son père un goût naturel pour la construction et la décoration, il étudia et soigna jusque dans ses plus petits détails la maison qu'il rêvait pour les siens et pour ses amis. Je n'ai pu y voir sans émotion la chambre style Louis XIV garnie de beaux meubles de l'époque, qu'il avait destinée à Wurtz et que celui-ci ne devait jamais occuper.

On a parfois reproché à Salet, et ses amis eux-mêmes ont regretté, le temps qu'il a consacré à ces constructions et à ces arrangements, un peu aux dépens de sa production scientifique. Mais, tout en aimant profondément la science et en ne l'oubliant jamais dans ses préoccupations, il ne lui aurait pas sacrifié ce qu'il jugeait utile à sa famille. Il ne pouvait pas prévoir non plus que le temps lui serait mesuré si court, et qu'il serait enlevé aux siens et à ses travaux au moment même où il avait repris ceux-ci avec une nouvelle ardeur et un nouveau succès.

Il avait soigné avec amour l'installation du laboratoire et de la salle de conférences qu'on avait disposés pour lui dans les bâtiments de la nouvelle Sorbonne. Il les a vus terminés et devait en prendre possession prochainement. Comme tant d'autres, comme Wurtz, comme Debray, il n'a eu que la vue lointaine de la Terre promise, et les moyens de travail qu'il avait cru préparer pour lui et pour ses élèves, serviront à d'autres. Ce n'eût pas été pour lui une raison de regretter la peine qu'il s'était donnée, car il était toujours préoccupé de se rendre utile et s'oubliait en pensant aux autres. Il en a donné bien des preuves touchantes par la sympathie effective qu'il témoignait à ses amis, ou même à ses relations, malades ou dans le deuil. Dans sa dernière maladie, alors qu'il était assez souffrant pour qu'on eût fait venir un interne pouvant lui donner des soins de chaque instant, il pria sa femme de chercher pour le jeune médecin un volume intéressant qu'il lui désigna; un peu plus tard, il lui parla de sa lecture, en lui rappelant quelques-uns des passages qui l'avaient le plus frappé.

Il recommanda aussi qu'on remît à un jeune chimiste de ses amis des billets de concert du Conservatoire, dont il disposait souvent en faveur du « laboratoire » comme il disait, entendant par là celui de chimie organique, et cela presque au moment où, faisant un douloureux retour sur lui-même, il disait : « Il me semblait pourtant qu'il me restait encore beaucoup à faire ».

Il pensait alors sans doute à sa femme et à ses enfants qui avaient si grand besoin de ses soins affectueux, à ses vieux parents dont, l'année précédente, on avait joyeusement célébré les noces d'or.

Que deviendrait cette vie de famille dont il avait été le centre et à laquelle par son entrain, son esprit, sa gaieté, en même temps que par ses qualités sérieuses, il avait su donner tant de charme?

Il pensait aussi à ses travaux interrompus, à l'œuvre scientifique de toute sa vie qui restait inachevée faute de quelques années ou même de quelques mois. Mais il ne laissa échapper aucune plainte.

Ce qu'il pouvait regretter d'ailleurs, c'était l'œuvre en elle-même et non les satisfactions d'amour-propre que son achèvement aurait pu lui apporter. Modeste et désintéressé, il a vu plus d'une fois les récompenses qui lui étaient dues enlevées par de plus empressés. Il put en être froissé; il n'en a jamais voulu à personne. Il allait tranquillement son chemin, dans la science comme dans la vie, ayant devant les yeux son idéal dont il ne se détournait pour plaire à qui

que ce fût, pas plus que pour acquérir un avantage personnel.

Aussi, après avoir été placé en février 1877 et en juin 1878 en troisième et quatrième ligne sur la liste de présentation à des places vacantes dans la section de chimie de l'Académie des Sciences, vit-il son nom disparaître de la liste, en raison de la direction de ses travaux qui s'éloignaient de plus en plus de la chimie proprement dite, sans être pour cela accueilli sur les listes de la section de physique.

En 1877, il fut nommé vice-président de la Société chimique et en 1880 membre du Conseil de la Société de physique. Il était aussi membre de la Société philomathique.

A l'Exposition universelle de 1878, il reçut une médaille d'argent pour ses appareils et dispositifs expérimentaux : tubes spectraux à gaine et à bouts; appareils pour condenser les produits solides ou liquides existant dans les flammes, pour la recherche du soufre et du phosphore; pipette à gaz sans aspiration; fiole à laver et compte-gouttes; régulateur de température; colorimètre; pompe à mercure, etc.

On voit que Salet n'a pas été gâté par le succès et que, s'il avait moins aimé la science pour elle-même et pour les jouissances pures qu'elle procure, il aurait pu se laisser décourager plus d'une fois et détourner vers d'autres occupations. C'eût été d'autant plus excusable qu'il était doué de manière à réussir également bien dans tout ce qu'il entreprenait. Il dessinait fort bien et de presque toutes ses promenades, de ses voyages surtout, il rapportait des croquis remplis de goût et d'un véritable sentiment de la nature.

Dans ces dernières années, la facilité donnée par les nouveaux procédés photographiques de recueillir des souvenirs en grand nombre des pays que l'on visite, même après un rapide passage, l'avait séduit, et il en a fait une collection nombreuse, dans laquelle le point de vue, l'heure, l'éclairage sont toujours choisis de manière à leur donner un véritable intérêt.

Il était aussi fort bon musicien, et c'était un vrai plaisir, quand il était à son harmonium, de l'entendre jouer de mémoire tout ce qu'on pouvait lui demander; musique classique ou religieuse, opéras, il se rappelait tout ce qu'il avait entendu et vous transportait avec lui dans ce monde enchanté où l'on s'élève d'autant plus facilement que la musique est entourée de moins de préparatifs et de distractions extérieures. Il ne se bornait pas à redire des morceaux connus, et dans ses moments de tristesse il s'épanchait sur son instrument en chants d'une pénétrante douleur.

Pour lui la musique exprimait véritablement les sentiments, les émotions, et c'est peut-être par ce langage sans paroles qu'il a permis de pénétrer le plus profondément dans sa vie intérieure, qu'il voilait avec tant de soin.

J'ai cherché, dans ces quelques lignes, à rappeler les travaux du savant et les grandes qualités de l'homme, du père de famille, de l'ami. Je sens que je suis resté au-dessous de ma tâche et que je n'ai donné de lui qu'une image bien imparfaite; car plus je remonte dans

mes souvenirs d'une amitié de trente ans, plus je me sens pénétré du charme de cette nature simple et élevée, discrète et brillante, et rempli du sentiment douloureux de la perte irréparable qu'ont faite en lui la Science française, sa famille et ses amis.

LISTE DES NOTES ET MEMOIRES

publiés par G. Salet.

1. Sur l'emploi de l'acide iodhydrique en chimie organique, en collaboration avec M. de Luynes (*Bull. Soc. chim.*, (2), t. **1**, p. 166).
2. Sur le chlorure de cyanogène liquide (*C. R.*, t. **60**, p. 535).
3. Sur la coloration du peroxyde d'azote (*C. R.*, t. **67**, p. 488).
4. Sur la recherche du soufre (*C. R.*, t. **68**, p. 440).
5. Sur les spectres du soufre (*C. R.*, t. **73**, p. 559).
6. Sur les spectres du sélénium et du tellure (*C. R.*, t. **73**, p. 742).
7. Sur les spectres de l'étain et de ses composés (*C. R.*, t. **73**, p. 862).
8. Sur le spectre du phosphore et sur ceux des composés du silicium (*C. R.*, t. **73**, p. 1056).
9. Sur les spectres d'absorption de la vapeur du soufre (*C. R.*, t. **74**, p. 865).
10. Sur la lumière émise par la vapeur d'iode (*C. R.*, t. **74**, p. 1249).
11. Sur le spectre primaire de l'iode (*C. R.*, t. **75**, p. 76).
12. Sur la flamme de l'hydrogène et sur la réaction spectroscopique du soufre (*Bull. Soc. chim.*, (2), t. **14**, p. 182).
13. Sur les spectres des métalloïdes (*Ann. Chim. Phys.*, (4), t. **28**, p. 5).
14. Sur la disposition des bandes dans les spectres primaires (*C. R.*, t. **79**, p. 1229).
15. Sur la présence de l'acide iodique dans les flammes iodées (*C. R.*, t. **80** p. 884).
16. Sur le spectre de l'azote (*C. R.*, t. **82**, p. 223).
17. Sur les spectres des métaux alcalins dans les tubes de Geissler (*C. R.*, t. **82**, p. 274).
18. Sur les expériences faites avec la balance de Crookes (*C. R.*, t. **82**, p. 1500).
19. Sur la cause des mouvements du radiomètre (*C. R.*, t. **83**, p. 968).
20. Sur le mouvement gazeux dans le radiomètre (*C. R.*, t. **83**, p. 274).
21. Sur la téléphonie (*C. R.*, p. **86**, p. 100).
22. Sur la téléphonie (*C. R.*, t. **86**, p. 471).
23. Sur la densité de vapeur du sulfure d'ammonium (*C. R.*, t. **86**, p. 1080).
24. Sur l'amplitude des vibrations teléphoniques (*C. R.*, t. **95**, p. 178).
25. Sur les spectres multiples et sur l'allotropie des hautes températures [Association française (*Congrès de Nantes*, 1875)].
26. Transparence de la vapeur d'iode (*Bull. Soc. chim.*, (2), t. **34**, p. 674).
27. Sur la flamme bleue du sel commun et la réaction spectroscopique des sels de cuivre (*C. R.*, t. **110**, p. 280).
28. Sur la loi de Stokes. Sa vérification, son interprétation (*C. R.*, t. **115**, p. 283).

Traité élémentaire de spectroscopie Un volume in-8° ; G. Masson, 1888.
Agenda du Chimiste (1877 à 1894). Un volume in-18 ; Hachette et Cie.

(2) La détermination du poids moléculaire des corps à l'état liquide et à l'état critique,

par M. Ph.-A. Guye,

Professeur de chimie à l'Université de Genève.

La détermination du poids moléculaire s'effectue couramment dans les laboratoires de chimie toutes les fois qu'une substance est volatile sans décomposition, ou susceptible de se dissoudre en quantité appréciable dans un des nombreux dissolvants employés pour les mesures cryoscopiques ou ébullioscopiques. Les lecteurs du Supplément de l'*Agenda* ont encore présentes à la mémoire les remarquables Notices publiées ici même par M. Raoult et par M. Van 't Hoff sur ces sujets.

Il semble à première vue que ces méthodes, notamment celles basées sur les propriétés des solutions étendues, puissent suffire en toutes circonstances ; il est en effet bien rare de trouver un corps insoluble dans tous les dissolvants, surtout parmi les composés de la chimie organique.

Cependant une étude plus approfondie de ces questions a montré que les procédés si simples et si commodes de l'ébullioscopie, et surtout de la cryoscopie, sont aussi parfois d'un emploi restreint. Ainsi, s'il est vrai que, au point de vue théorique, le choix du dissolvant soit indifférent, on en est réduit, dans la pratique, à un nombre relativement limité; si les points de congélation ou d'ébullition sont notablement supérieurs ou inférieurs aux températures comprises entre 0° et 100°, si les dissolvants sont très hygroscopiques, les expériences nécessitent des précautions tout à fait spéciales, qui en rendent l'exécution un peu plus délicate; en outre, les constantes cryoscopiques et ébullioscopiques sont loin d'être déterminées pour tous les corps qu'on pourrait employer. En second lieu, toute une catégorie de dissolvants ont la propriété de polymériser, d'une façon plus ou moins complète, certaines substances: tel semble être le cas, assez fréquemment du moins, du benzène, du bromure d'éthylène, du nitrobenzène vis-à-vis des corps hydroxylés. Lorsque les mesures cryoscopiques ont pour but de déterminer le poids moléculaire le plus simple, on ne peut songer à faire usage de ces liquides.

Enfin, on a constaté récemment qu'un assez grand nombre de substances dissoutes donnent lieu à des anomalies de congélation assez curieuses. Bien que celles-ci doivent être probablement attribuées à une grande analogie de forme cristalline entre le corps dissous et le dissolvant, qui se congèlent alors en même temps, leur véritable cause doit être encore recherchée.

On voit par ces quelques remarques que, si la détermination des densités de vapeur et les ingénieuses méthodes cryoscopiques et ébullio-

scopiques dont M. Raoult a doté la science constituent sans aucun doute les procédés les plus commodes mis à la disposition du chimiste pour la détermination du poids moléculaire, des cas peuvent se présenter dans lesquels ceux-ci deviennent insuffisants. Il n'est donc pas complètement inutile de rechercher d'autres moyens pour résoudre cette importante question. Diverses tentatives ont été faites ces dernières années pour utiliser dans ce but quelques propriétés des corps à l'état liquide et à l'état critique. Au point de vue théorique, il y avait aussi un réel intérêt à constater si, sous ces deux états, les molécules gazeuses s'associent pour former des molécules plus complexes, ou si elles conservent toujours la même grandeur relative. La présente Notice a pour but de rendre compte des principaux résultats obtenus jusqu'à présent dans cet ordre d'idées.

I. — *Détermination du poids moléculaire à l'état critique.*

On sait par les travaux d'Andrews qu'au point critique les conditions de température et de pression sont telles, que le passage de l'état gazeux à l'état liquide peut être réalisé d'une façon continue, sans changement brusque de densité. Ce fait donne une certaine probabilité à l'hypothèse d'après laquelle les molécules liquides présenteraient le même degré de complexité que les molécules gazeuses ; il importe donc d'étudier en premier lieu les procédés qui permettent de déterminer le poids moléculaire à l'état critique.

Voici, très sommairement, les considérations qui conduisent à ce résultat.

1re *Méthode*. — M. Van der Waals a démontré que le rapport de la température critique absolue à la pression critique est proportionnel au volume vrai de la molécule, du moins pour une première approximation, et en négligeant un facteur dont la valeur est très voisine de l'unité.

D'autre part, d'après les conceptions de Maxwell sur la théorie électromagnétique de la lumière, plus particulièrement développées par MM. Lorentz et Lorenz, la quantité désignée sous le nom de *réfraction moléculaire* est elle-même proportionnelle au volume vrai des molécules.

Désignons, pour abréger, sous le nom de *coefficient critique* K_c le rapport de la température critique absolue T_c à la pression critique p_c, exprimée en atmosphères. Par définition, on pourra poser

$$K_c = \frac{T_c}{p_c}.$$

D'autre part, nous désignons par R la *réfraction spécifique*, c'est-à-dire la quantité $\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}$, dans laquelle n représente l'indice de

réfraction mesuré à la même température que la densité *d* prise par rapport à l'eau ; le choix de la température est du reste indifférent, car la réfraction spécifique peut être regardée comme à peu près constante et indépendante de la température. Dans ces conditions, la *réfraction moléculaire* est égale, par définition, au produit de la réfraction spécifique R par le poids moléculaire M ; elle sera donc donnée par l'expression MR.

En raison des considérations théoriques rappelées plus haut, nous pourrons enfin poser la relation fondamentale suivante :

$$(1) \qquad MR = fK_c,$$

f désignant un facteur numérique constant.

Le tableau I montre qu'en effet la quantité f (6ᵉ colonne), sans être rigoureusement constante, oscille cependant autour d'une valeur moyenne de 1,8 ; ce nombre est déduit d'observations relatives à plus de 40 composés divers.

TABLEAU I.

Corps.	T_c.	p_c.	K_c.	MR.	f.
Ammoniaque............ ...	403	115	3,5	6,43	1,8
Anhydride sulfureux........	428,4	78,9	5,4	9,79	1,8
Cyanogène.................	397	61,7	6,4	12,17	1,9
Thiophène............	590,3	47,7	12,3	23,73	1,9
Isoamylène...............	464,6	33,9	13,7	23,94	1,7
Méthylamine..............	428	72	5,9	10,40	1,8
Chlorure de méthyle..	414,5	73	5,7	11,38	2,0

De nouvelles déterminations relatives à une quinzaine de corps conduisent à une valeur moyenne de 1,9. Les plus grands écarts sont compris entre 1,6 et 2,0 et quelquefois 2,1, mais les trois quarts des valeurs se groupent entre 1,7 et 1,9.

On a du reste été encore plus loin : M Heilborn a calculé la valeur numérique de f déduite uniquement du choix des unités, et il a trouvé ainsi 1,801, nombre qui se rapproche évidemment trop de la valeur moyenne donnée par l'expérience pour que la relation (1) puisse être considérée comme purement fortuite.

Bien que celle-ci ne se vérifie pas avec une parfaite exactitude, — et il faut en chercher la raison dans diverses causes qui sont discutées dans les mémoires originaux, — on pourra cependant s'en servir pour déterminer le poids moléculaire d'un corps à l'état critique. Il suffira

de déterminer les deux constantes critiques (pression critique et température critique), ainsi que la réfraction spécifique R à une température quelconque, et le poids moléculaire sera donné par la relation

$$M = 1,8 \frac{K_c}{R}.$$

Les valeurs de M données par cette formule ne seront pas toujours très exactes; elles le seront cependant suffisamment pour permettre de choisir entre les divers multiples d'une formule, telle qu'elle est donnée par l'analyse centésimale, celui qui représente la grandeur moléculaire du corps à l'état critique Le tableau suivant donne une idée de la précision à laquelle on peut prétendre; elle est un peu inférieure à celle des mesures cryoscopiques :

TABLEAU II.

Gorps.	K_c.	R.	M observé.	M calculé.
Méthane.....	3,5	0.414	15	16
Éthane..................	5,5	0,361	27	28
Anhydride sulfureux	5,4	0,157	62	64
Dipropylamine...	17,7	0,313	102	101
Tétrachlorure de carbone..	12,4	0,168	132	142
Tétrachlorure d'étain......	16,2	0,129	227	260
Chlorure de propyle.......	10,1	0,259	70	78,5

2° *Méthode.* — Le procédé que nous venons de décrire suppose la connaissance de quatre constantes. On a cherché à le simplifier, de façon à n'avoir recours qu'aux deux seules constantes qui servent à définir le point critique. Voici comment on y est parvenu:

On a vu plus haut que la réfraction moléculaire d'un composé quelconque est proportionnelle au coefficient critique; or, comme la première de ces quantités est égale à la somme des réfractions atomiques des composants, il en résulte que la seconde sera aussi égale à une somme de coefficients atomiques qu'on obtiendra en divisant par 1,80 les réfractions atomiques des éléments. Quelques-uns des nombres que l'on obtient ainsi, — désignés sous le nom de *coefficients atomiques critiques*, — sont consignés dans le tableau III; on remarquera que les mêmes éléments peuvent être affectés de valeurs différentes suivant leur mode de liaison ; c'est ce qu'on admet depui longtemps pour les réfractions moléculaires :

TABLEAU III.

Coefficients atomiques critiques.

Pour 1 atome de carbone	.....	1,35
— d'hydrogène	.....	0,87
— d'oxygène (liaison simple)	.....	0,87
— — (liaison double)	.....	1,27
— de chlore	.....	3,27
— de phosphore	.....	3,01
Pour 1 liaison double entre 2 atomes C	.....	0,88
— triple — —	.....	1,03

Si l'on veut utiliser ces coefficients pour fixer le poids moléculaire d'un corps à l'état critique, on fera simplement le calcul du coefficient critique dans l'hypothèse de la formule la plus probable de ce corps ; si le résultat du calcul concorde avec la valeur expérimentale, la formule est bien choisie pour représenter le poids moléculaire à l'état critique ; s'il y a désaccord, le rapport de la valeur calculée à la valeur observée du coefficient critique indiquera de suite le facteur par lequel il faut multiplier le poids moléculaire primitivement choisi ; ces facteurs ne pouvant être que des nombres entiers comme 1, 2, 3, etc., ou des fractions simples comme $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, etc., il n'y aura généralement aucune hésitation sur ce choix.

Exemples. — Si l'acétylène est représenté à l'état critique par sa formule usuelle $CH \equiv CH$, la valeur du coefficient critique doit être égale à la somme des coefficients atomiques suivants, tirés du tableau III :

$$\begin{array}{lr} \text{pour 2 atomes C} = 2 \times 1{,}35 = & 2{,}70 \\ \text{pour 2 atomes H} = 2 \times 0{,}57 = & 1{,}14 \\ \text{pour 1 liaison triple} \qquad = & 1{,}03 \\ \hline & 4{,}87 \end{array}$$

Les déterminations expérimentales conduisent aux résultats suivants :

$$T_c = 310{,}1, \qquad p_c = 68{,}0,$$

d'où l'on déduit $K_c = 4{,}6$

Ce résultat concorde avec la valeur calculée dans les limites que

l'on peut prévoir; la formule C^2H^2 représente donc bien le poids moléculaire de l'acétylène à l'état critique.

L'acétate d'éthyle, qui a pour formule $C^4H^8O^2$, peut aussi être représenté, au point de vue de sa composition centésimale, par la formule plus simple C^2H^4O.

Admettons pour un instant que cette dernière ait quelque probabilité de représenter la grandeur moléculaire à l'état critique. Pour le vérifier, nous calculons le coefficient critique au moyen des coefficients atomiques: on obtient des valeurs très voisines suivant le coefficient admis pour l'oxygène, soit :

1re valeur.		*2e valeur.*	
Pour 2 C	= 2,70	Pour 2 C	= 2,70
— 4 H	= 2,28	— 4 H	= 2,28
— 1 O′	= 0,87	— 1 O″	= 1,27
	5,85		6,25

Or les valeurs du coefficient critique, telles qu'elles résultent de déterminations faites par des observateurs différents, sont comprises entre 12,0 et 12,6, nombres qui représentent à peu près le double des deux valeurs calculées ci-dessus. Cela prouve que la formule primitivement choisie C^2H^4O doit être multipliée par 2; en d'autres termes, le poids moléculaire de l'acétate d'éthyle à l'état critique est donné par la formule $C^4H^8O^2$.

Et, en effet, la valeur du coefficient critique calculée pour $C^4H^8O^2$, soit

Pour 4 C	: 5,40
— 8 H	: 4,56
— 1 O″	: 0,87
— 1 O′	: 1,27
	12,10

est bien d'accord avec les données déduites de l'expérience.

On peut même aller plus loin. Si l'on considère la donnée expérimentale la plus exacte, soit celle qui résulte des déterminations de MM. S. Young et Thomas, $K_c = 12,6$, et si l'on fait le rapport de cette valeur à celle déduite des coefficients atomiques critiques, 12,1, on trouve que ce rapport est égal à 1,05 au lieu de 1. D'où l'on peut conclure qu'à l'état critique l'acétate d'éthyle est très faiblement polymérisé; un certain nombre de molécules simples $C^4H^8O^2$ sont associées pour former des molécules complexes.

Ce que l'on observe pour l'acétate d'éthyle peut être constaté plus nettement encore chez un certain nombre de combinaisons hydroxylées qui font l'objet du tableau suivant :

TABLEAU IV.

Corps.	K_c observé.	K_c calculé.	Rapports.
Eau	3,3	2,0	1,65
Alcool méthylique	6,5	4,5	1,44
— éthylique	8,0	7,0	1,14
— propylique	10,6	9,5	1,12
Acide acétique	10,4	7,1	1,46

Les valeurs du rapport de K_c observé à K_c calculé sont supérieures à l'unité. Pour l'eau, ce rapport indique une condensation moléculaire qui se rapproche déjà de la formule double H^4O^2; pour l'alcool méthylique la polymérisation des molécules simples est moins complète; elle l'est de moins en moins à mesure que l'on considère des alcools plus riches en carbone. L'acide acétique accuse aussi une polymérisation notable.

Ces faits, au premier abord étranges, ne sont cependant que la confirmation des observations faites dans d'autres conditions; on sait que la densité de vapeur de l'eau ne correspond à la formule H^2O qu'à 75° au-dessus de sa température d'ébullition; on sait aussi qu'à de basses températures et sous de faibles pressions, MM. Ramsay et Young ont trouvé pour densité de vapeur de l'acide acétique un nombre qui correspond très approximativement à la formule double $(C^2H^4O^2)^2$.

Si nous comparons d'autre part ces résultats avec ceux obtenus au moyen des procédés cryoscopiques, nous constatons aussi que les alcools, les acides gras, l'eau, et d'une manière générale toutes les combinaison hydroxylées, ont plus particulièrement la tendance à se polymériser dans certains dissolvants, comme le benzène, le nitrobenzène, le bromure d'éthylène, etc. L'existence de molécules complexes à l'état critique n'est donc pas un fait unique en son genre; il paraît être au contraire une propriété caractéristique et assez générale des combinaisons hydroxylées, à l'état critique, à l'état gazeux et à l'état dissous.

Nous verrons tout à l'heure qu'il en est de même à l'état liquide.

Nous venons de voir comment la méthode des coefficients atomiques critiques pouvait servir à reconnaître un état de polymérisation des molécules simples. Il nous reste à dire quelques mots de son application au cas inverse, le cas de dissociation. Il est en effet évident que dans ces conditions la valeur calculée du coefficient critique K_c doit être supérieure à la valeur observée. Le chlorure de phospho-

nium en fournit un exemple frappant. Le coefficient critique de ce composé peut être calculé *a priori* comme suit :

1 atome Ph...........	3,01
1 atome Cl............	3,27
4 atomes H............	2,28
	8,56

Or l'expérience démontre que le coefficient critique du chlorure de phosphonium est voisin de 4,0 ; donc ce corps est dissocié à l'état critique, ainsi que l'indique l'équation



$$PH^4Cl = PH^3 + HCl.$$

Chaque molécule étant dissociée en 2 molécules, le coefficient critique moyen sera $\frac{8,56}{2} = 4,3$, nombre qui concorde avec la valeur expérimentale 4,0.

Le chlorure de phosphonium n'existe donc plus à la température critique ; ce n'est plus qu'un mélange d'hydrogène phosphoré et d'acide chlorhydrique.

On remarquera la complète analogie de ce cas avec celui de la vapeur de chlorure d'ammonium que l'on considère comme dissociée en $AzH^3 + HCl$, parce que sa densité de vapeur 0,89 est égale à la moitié environ de la densité théorique 1,89.

II. — *Détermination du poids moléculaire des corps à l'état liquide.*

1re *Méthode*. — En 1886, M. Eötvös a cherché à démontrer que les phénomènes de capillarité peuvent être utilisés pour la détermination du poids moléculaire des liquides. Par des considérations théoriques sur lesquelles il n'est pas nécessaire d'insister, ce savant est arrivé à un résultat tout à fait remarquable. Si l'on désigne par γ la tension superficielle, par v le volume apparent occupé par une molécule-gramme de liquide, les deux constantes étant mesurées à la même température, l'expression

$$\gamma v^{\frac{2}{3}}$$

décroît à mesure que la température s'élève, et le coefficient de variation avec la température doit être le même pour tous les corps.

En réalité, M. Eötvös constata qu'en effet ce coefficient est à peu près indépendant de la température et possède la même valeur moyenne pour la plupart des liquides. Seuls les alcools, les acides

gras et l'eau conduisent à des nombres différents et plus petits, ce que M. Eötvös attribua à la présence de molécules complexes formées par ces corps à l'état liquide.

Avant d'aller plus loin, il importe de préciser la signification physique de l'expression

$$\gamma v^{\frac{2}{3}}.$$

Nous avons dit que v représentait le volume apparent d'une molécule-gramme d'un corps à l'état liquide. De là résulte que les valeurs de $v^{\frac{2}{3}}$ relatives à différents corps représentant des surfaces liquides contenant le même nombre de molécules, surfaces que nous désignerons sous le nom de *surfaces équimoléculaires*. Le produit $\gamma v^{\frac{2}{3}}$ est donc une mesure de l'*énergie superficielle moléculaire* (Ostwald).

Dans le but de soumettre à un contrôle plus rigoureux la relation de M. Eötvös, des expériences étendues ont été entreprises par MM. Ramsay et Shields. A l'aide d'un procédé des plus ingénieux, ces savants ont pu étudier, dans des intervalles de température considérables et sur des corps très purs dont les constantes critiques avaient été précédemment établies, les variations de l'énergie superficielle moléculaire.

En principe, leur méthode consiste à observer dans le vide, à deux températures différentes, l'ascension du liquide dans un tube capillaire ; la tension superficielle est donnée par la relation

$$\gamma = \frac{1}{2} ghr(\rho - \sigma),$$

expression dans laquelle g représente l'intensité de la pesanteur, h la hauteur du liquide dans le tube capillaire, r le rayon du tube, ρ la densité du liquide et σ celle de la vapeur saturée à la température de l'observation.

Les mesures des deux savants anglais ont d'abord porté sur un certain nombre de liquides dont les densités à l'état de vapeur saturée ont été déterminées jusqu'au point critique et ils ont constaté qu'en effet l'énergie superficielle moléculaire est une fonction linéaire décroissante de la température, qui devient nulle au point critique. Elle peut donc être exprimée par une fonction de la forme

$$\gamma v^{\frac{2}{3}} = k\tau,$$

τ représentant les températures comptées depuis le point critique. Mais, comme la courbe cesse d'être linéaire dans le voisinage immédiat du point critique, il faut ajouter à cette relation un petit terme correctif d, dont la valeur moyenne est de 5°, de sorte que l'ex-

pression ci-dessus devient

$$\gamma v^{\frac{2}{3}} = k(\tau - d)$$

et représente alors la partie droite de la courbe.

Sous cette forme, il y a une analogie frappante entre cette équation et celle des gaz parfaits :

$$pv = \mathrm{RT}.$$

En effet, dans les deux cas, nous trouvons : une force, γ ou p ; un espace, $v^{\frac{2}{3}}$ ou v; une constante unique, K ou R; un intervalle de température $(\tau - d)$ ou T.

L'exemple suivant, emprunté aux expériences des deux savants anglais, montre avec quelle exactitude se vérifie la relation

$$\gamma v^{\frac{2}{3}} = k(\tau - d).$$

Tétrachlorure de carbone CCl^4.

Température critique 283°.

$$\gamma v^{\frac{2}{3}} = 2{,}1052\,(\tau - 6^{\circ}{,}0).$$

t.	τ.	$\gamma v^{\frac{2}{3}}$ observé.	$v\gamma^{\frac{2}{3}}$ calculé.	t.	τ.	$\gamma v^{\frac{2}{3}}$ observé.	$\gamma v^{\frac{2}{3}}$ calculé.
80	203	414,6	414,6	180	103	204,8	204,2
90	193	393,7	393,7	200	83	162,3	162,1
100	183	372,3	372,6	240	43	76,5	77,9
110	173	351,7	351,6	260	13	35,9	35,8
120	163	330,3	330,5	270	13	21,7	14,7
150	133	267,4	267,4				

Des recherches récentes sur l'éther éthylique ont prouvé que la relation se vérifie avec la même exactitude entre 194°,5 (température critique) et — 135°.

La constante K est comprise entre 2,042 et 2,172; la valeur moyenne est 2,121.

Ce fait étant bien établi, MM. Ramsay et Shields ont cherché à simplifier leur procédé et ils y sont parvenus en effectuant leurs mesures à une température assez éloignée du point d'ébullition; dans ces conditions, la densité de la vapeur saturée σ peut être négligée et la ten-

sion superficielle est donnée par la formule

$$\gamma = \frac{1}{2} ghr\rho.$$

La détermination du poids moléculaire revient alors à déterminer deux valeurs de γ, soit γ_1 et γ_2, à deux températures t_1 et t_2, ainsi que les densités ρ_1 et ρ_2 du liquide à ces deux températures. Les valeurs de v_1 et v_2 ne sont autres que $\frac{M}{\rho_1}$ et $\frac{M}{\rho_2}$, M étant le poids moléculaire supposé exact. Si ce poids M est bien choisi, la relation

$$\frac{\gamma_1 \left(\frac{M}{\rho_1}\right)^{\frac{2}{3}} - \gamma_2 \left(\frac{M}{\rho_2}\right)^{\frac{2}{3}}}{t_2 - t_1} = K$$

devra conduire à une valeur de K égale à 2,121, aux erreurs d'expérience près. Si l'on obtient un nombre différent, c'est que la valeur de M a été mal choisie et il suffira de la multiplier par un facteur x donné par la relation

$$x^{\frac{2}{3}} = \frac{2,121}{K},$$

K étant la valeur trouvée.

Mais il convient de faire à ce sujet une réserve : la valeur de x n'est exacte que si le poids moléculaire reste constant dans l'intervalle de température t_2 à t_1 ; dans le cas contraire, c'est-à-dire si, dans cet intervalle, les molécules complexes se décomposent graduellement en molécules plus simples, la valeur de x ainsi obtenue sera toujours trop forte. Il faut alors avoir recours à une autre formule plus compliquée, donnée par MM. Ramsay et Rose-Innes. Des mesures effectuées par MM. Ramsay et Shields sur 55 composés divers, corps minéraux et corps organiques, il résulte que le poids moléculaire à l'état liquide est généralement le même qu'à l'état gazeux. Quelques corps cependant conduisent à des résultats tout à fait dignes de remarque. On sait que le peroxyde d'azote à l'état gazeux doit être représenté par la formule AzO^2 ; mais à basse température sa densité de vapeur augmente pour prendre des valeurs à peu près doubles, en même temps que sa coloration rouge caractéristique disparaît ; c'est ce qui avait fait admettre à Salet que le peroxyde d'azote liquide doit être formé de molécules Az^2O^4. Des mesures cryoscopiques avaient apporté une première confirmation à cette manière de voir ; les observations de MM. Ramsay et Shields établissent ce fait d'une manière certaine et assignent au peroxyde d'azote liquide le poids moléculaire correspondant à la formule Az^2O^4 et non pas AzO^2.

Nous avons vu plus haut que les corps hydroxylés, — et notamment l'eau, les alcools, les acides gras, — ont une tendance à se polymériser soit à l'état de vapeur, soit à l'état dissous, soit même à l'état critique. Par la méthode des ascensions capillaires, nous retrouvons chez tous ces corps la même propriété à l'état liquide ; il en est de même du phénol, de l'acétone ordinaire, du cyanure d'éthyle, de l'éthane nitré.

Voici, par exemple, les poids moléculaires trouvés à diverses températures, M représentant le poids moléculaire calculé pour les formules H^2O, CH^4O, $C^2H^4O^2$.

Température.	Eau.	Alcool méthylique.	Acide acétique.
20°	M × 1,64	M × 1,64	M × 2,13
60°	M × 1,52	M × 1.52	M × 1,99
100°	M × 1,40	M × 1,39	M × 1,86

2° *Méthode.* — On peut encore s'assurer de l'état de polymérisation ou de non-polymérisation des corps liquides lorsqu'on connaît leur température critique, leur pression critique et leur point d'ébullition sous une pression quelconque, par exemple la pression atmosphérique. Voici les considérations qui conduisent à ce résultat :

Nous avons vu plus haut que la connaissance du coefficient critique suffit à elle seule pour déterminer le poids moléculaire à l'état critique. D'autre part, lorsqu'un corps passe de l'état critique à l'état liquide, il peut arriver deux cas : ou bien la complexité de la molécule reste la même qu'à l'état critique, ou bien les molécules simples s'associent en nombre d'autant plus considérable que la température s'abaisse davantage pour former des molécules complexes. Or, dans le premier cas, on a constaté que la quantité f donnée par l'expression

$$f = \frac{\log p_c - \log p}{T_c - T} \cdot T$$

prend la valeur 3,06 (entre les limites 2,81 et 3,26). Dans le second cas, au contraire, cette quantité f prend des valeurs qui dépassent d'autant plus la limite 3,26 que la polymérisation est plus accentuée. Ajoutons que p_c et T_c désignent comme précédemment la pression et la température critiques, T la température d'ébullition sous une pression quelconque p.

De là résulte qu'au moyen des constantes critiques qui permettent de déterminer le poids moléculaire à l'état critique, on pourra encore en fixer une valeur approchée pour l'état liquide ; il suffira de calculer la valeur de f, et suivant qu'elle sera inférieure ou supé-

rieure à 3,26, on pourra juger du degré de complexité des molécules liquides. Ce n'est donc pas un procédé quantitatif, mais simplement qualitatif; il peut cependant avoir son utilité. C'est ainsi par exemple qu'on a établi que la molécule des hydrocarbures conserve la même grandeur à l'état critique, à l'état liquide aussi bien qu'à l'état gazeux; pour l'eau, les alcools, l'acide acétique, ce procédé confirme les précédents et accuse une polymérisation moléculaire.

L'existence de corps dont les molécules tendent à s'associer à l'état liquide pour former des molécules complexes paraît au premier abord assez singulière. Ce fait est cependant corroboré par d'autres faits, parmi lesquels il convient de mentionner les deux suivants :

On avait remarqué que, chez certains composés, la chaleur latente de vaporisation, au lieu d'être constamment décroissante à mesure que la température s'élève, prend des valeurs croissantes, passe par un maximum, pour prendre ensuite des valeurs décroissantes. Ce fait n'a été observé jusqu'à présent que chez des corps partiellement polymérisés à l'état liquide, comme l'acide acétique et l'alcool éthylique. Il s'explique aisément si l'on remarque que dans ce cas la chaleur latente de vaporisation L mesure deux travaux : 1° le travail de vaporisation v; 2° le travail de décomposition des molécules complexes en molécules plus simples, d. On devra donc poser

$$L = v + d.$$

Suivant la grandeur relative des termes v et d, on conçoit en effet l'existence possible d'un maximum. Mais lorsque les molécules liquides sont simples, comme les molécules gazeuses, le terme d est nul, et le terme v, qui ne dépend plus que de la différence des densités du liquide et de la vapeur, ainsi que cela résulte de la formule de Clapeyron, ne peut plus être que constamment décroissant.

Regnault avait déjà remarqué que les courbes de tension de vapeur de la plupart des liquides ne se coupent pas entre elles. Si l'on examine cette question au moyen des données récentes les plus précises, on constate :

1° Que seules les courbes relatives aux liquides à molécules simples ne se coupent pas entre elles ;

2° Que les courbes relatives aux liquides à molécules partiellement polymérisées sont les seules que coupent d'autres courbes.

Ce fait s'explique, car dans ce dernier cas la courbe des tensions de vapeur n'est en réalité qu'une courbe de raccordement entre deux autres courbes, l'une caractéristique du corps à molécules simples, l'autre du corps à molécules totalement polymérisées.

Conclusion. — Si nous voulons résumer rapidement les résultats acquis dans ce nouveau chapitre de la chimie physique, nous pourrons dire qu'en général les corps à l'état liquide et à l'état critique conservent le même degré de complexité moléculaire qu'à l'état gazeux; la différence entre ces divers états ne résulte que d'un change-

ment des distances intermoléculaires; le poids de la molécule reste en général le même.

Mais, à côté de cette conclusion générale, il y a cependant quelques cas particuliers à signaler. Ainsi certains corps ont une tendance à se polymériser en passant de l'état gazeux à l'état liquide ; tel est le cas, par exemple, du peroxyde d'azote, dont la vapeur à haute température est formée de molécules AzO^2, qui déjà avant de se liquéfier se réunissent pour former des molécules complexes Az^2O^4, fait qui est en relation avec l'augmentation considérable de la densité de vapeur; enfin, dans le peroxyde d'azote liquide, nous ne trouvons plus que des molécules Az^2O^4. Chez d'autres corps, tels que l'eau, les alcools, les acides gras, nous constatons cette même tendance des molécules simples à s'unir en molécules plus complexes.

Mais ce qui est plus frappant encore, c'est que, dans les conditions habituelles de nos expériences de laboratoire, nous ne pouvons plus envisager ces corps comme des liquides parfaitement homogènes dont toutes les molécules ont le même degré de complexité. Ils nous apparaissent aujourd'hui comme des mélanges de molécules complexes et de molécules simples, les premières se décomposant graduellement sous l'action d'une élévation de température. En d'autres termes, on retrouve à l'état liquide et dans ces intervalles de température les mêmes faits que ceux observés à l'état gazeux pour le peroxyde d'azote, dont nous rappelions plus haut les propriétés, pour la vapeur d'iode, dont les densités varient dans un certain intervalle de température, depuis les valeurs indiquées par la formule I^2 jusqu'à celles qui correspondent à la formule I.

Cette propriété caractéristique des combinaisons oxygénées se rencontre non seulement à l'état gazeux, à l'état critique et à l'état liquide, on la retrouve aussi chez ces mêmes corps étudiés à l'état dissous. Dans certains dissolvants, ce sont de nouveau l'eau, les alcools, les acides gras, etc., qui sont susceptibles de se polymériser.

Sous ces divers états, cette propriété paraît d'autant plus marquée que la substance est plus riche en oxygène. Ainsi elle s'accentue lorsqu'on passe des alcools élevés aux alcools simples, propylique, éthylique, methylique ; il en est de même dans la série des acides gras. Il semble donc que ce soit une propriété caractéristique de l'élément oxygène, que nous connaissons en effet sous deux états de condensation, l'oxygène libre et l'ozone.

BIBLIOGRAPHIE : Van der Waals, *Archives néerlandaises*, 1894 et *Continuité*, etc., Paris, 1894 ; — Eötvös, *Wied. Ann.*, **27**, 452 ; — Ramsay et Shields, *Zeitschr. f. physik. Chem.*, **12**, 433 ; *Revue générale des Sciences*, 1894, p. 185 ; — Ramsay, *Conférence à la Société chimique*, Paris, 1894 ; Heilborn, *Ann. Chim. Phys.*, (6), t. **26** ; — Guye, *Ann. Chim. Phys.*, (6), **21** et **26** ; *Arch. Sc. ph. nat. Genève*, (3), **31**, **38**, **64** et **176** ; *Comptes Rendus*, 1894.

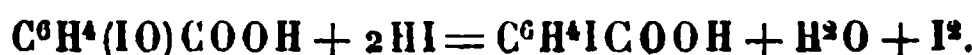
(3) Sur les dérivés iodosés et les bases organiques iodées ne renfermant pas d'azote,

par M. E. Charon.

On sait depuis longtemps que l'iode est trivalent dans nombre de composés. Les dérivés où cette trivalence s'observe sont plus nombreux et beaucoup plus stables que les composés analogues du brome ou du chlore. Pour certains même, comme le trichlorure d'iode, les termes chlorés ou bromés correspondants n'existent pas, ou tout au moins ne sont pas connus à l'heure actuelle.

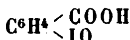
Si l'on excepte les chloracétates d'iode de M. Schutzenberger, Willgerodt le premier, en 1886, obtint des composés organiques où l'iode se comportait comme un élément trivalent. Par l'action du chlore sur les dérivés iodés aromatiques dissous dans le chloroforme, il obtint des iodochlorures de formule générale $RICl^2$ dans lesquels le chlore était bien fixé sur l'iode, et non substitué à l'hydrogène dans le noyau.

D'autre part, MM. V. Meyer et Vachter, en 1892, isolèrent, du traitement de l'acide benzoïque orthoiodé par l'acide azotique fumant, un dérivé de formule $C^6H^4(IO)(COOH)$ sans azote, mais renfermant un atome d'oxygène de plus que l'acide initial. Ce produit est un oxydant énergique : il déplace l'iode d'une solution acidulée d'iodure de potassium (2 atomes d'iode par molécule). La réaction peut se représenter par l'équation



$$C^6H^4(IO)COOH + 2HI = C^6H^4ICOOH + H^2O + I^2.$$

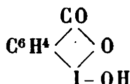
Avec l'acide chlorhydrique, ce corps dégage du chlore par une action identique. Le caractère acide s'est d'ailleurs affaibli par addition d'oxygène : le nouvel acide se dissout dans le carbonate de soude, mais en solution ammoniacale il est déplacé par le nitrate d'argent. On peut le représenter par la formule



$$C^6H^4 \begin{matrix} \diagup COOH \\ \diagdown IO \end{matrix}$$

Remarquons que le groupement $-I=O$ est analogue à $-Az=O$; le corps obtenu pourra donc être dénommé *acide iodosobenzoïque*.

Pour sa formule de constitution, on peut encore, en raison de l'affaiblissement du caractère acide, l'écrire



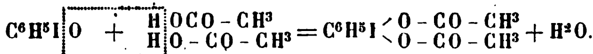
Ces résultats de MM. Meyer et Vachter rappelèrent l'attention de M. Willgerodt sur ses iodochlorures.

Il constata la généralité de la réaction qu'il avait antérieurement signalée. De plus il reconnut qu'en traitant ces iodochlorures par un alcali ou l'oxyde d'argent on remplaçait facilement les deux atomes de chlore par un d'oxygène, d'après l'équation



$$RICl^2 + 2NaOH = RIO + 2NaCl + H^2O.$$

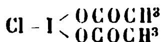
Ces dérivés iodosés sont amorphes, jaune clair, explosifs, solubles dans l'eau bouillante et dans l'alcool, insolubles dans la plupart des dissolvants organiques. Neutres en solution aqueuse, ils se dissolvent dans les acides en donnant des sels généralement bien cristallisés. Ainsi l'iodosobenzène donne avec l'acide acétique, par évaporation de la solution, des cristaux d'un acétate soluble dans le benzène et dans le chloroforme :



$$C^6H^5I\boxed{O \quad + \quad \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}}\begin{matrix} OCO-CH^3 \\ O-CO-CH^3 \end{matrix} = C^6H^5I \begin{matrix} \diagup O-CO-CH^3 \\ \diagdown O-CO-CH^3 \end{matrix} + H^2O.$$

Les différents acides gras donnent des sels analogues. On obtient aussi facilement le chromate $C^6H^5I \begin{matrix} \diagup O \diagdown \\ \diagdown O \diagup \end{matrix} CrO^2$, le nitrate $C^6H^5I \begin{matrix} \diagup OAzO^2 \\ \diagdown OAzO^2 \end{matrix}$.

Avec les acides sulfurique et fluorhydrique les sels formés ne sont pas cristallisables. Avec l'acide chlorhydrique on retombe sur les iodochlorures $C^6H^5I \begin{matrix} \diagup Cl \\ \diagdown Cl \end{matrix}$, point de départ. Ces composés sont donc des sels d'iodosobenzène. Signalons en passant la grande analogie qui existe entre ces corps et les chloracétates d'iode de M. Schutzenberger de formule



$$Cl-I \begin{matrix} \diagup OCOCH^3 \\ \diagdown OCOCH^3 \end{matrix}$$

Avec ces caractères basiques, l'iodosobenzène, comme l'acide iodosobenzoïque, est un oxydant énergique : il déplace l'iode des iodures alcalins en solution acide. Avec l'acide formique, il donne de l'acide carbonique. Avec l'aniline, il se produit une forte explosion. Chauffé, l'iodosobenzène se transforme d'une façon très remarquable : une partie du produit est réduite et l'autre oxydée, d'après l'équation



$$2C^6H^5IO = C^6H^5I + C^6H^5IO^2.$$

Le nouveau dérivé ou iodobenzène est neutre, insoluble dans la plupart des dissolvants organiques ; il cristallise de sa solution aqueuse ou acétique ; il fait explosion à 230°. Il a les propriétés d'un oxydant

comme un hyperoxyde. Avec l'acide chlorhydrique il réagit, d'après l'équation



$$C^6H^5IO^2 + 4HCl = C^6H^5ICl^2 + Cl^2 + 2H^2O.$$

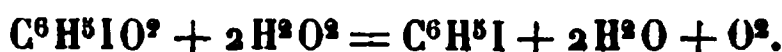
Il y a formation de chlorure d'iodosobenzène et dégagement de chlore. Cette réaction est de tout point comparable à celle de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de manganèse :



$$MnO^2 + 4HCl = MnCl^2 + Cl^2 + 2H^2O.$$

Il déplace aussi l'iode des solutions acidulées des iodures alcalins (4 atomes d'iode par molécule).

Par l'acide azotique fumant il se réduit et se nitre. On obtient comme produit final du benzène iodoparanitré, $C^6H^4IAzO^2$. Il décompose l'eau oxygénée en se réduisant, d'après la formule



$$C^6H^5IO^2 + 2H^2O^2 = C^6H^5I + 2H^2O + O^2.$$

M. Willgerodt a préparé par la même méthode les homologues de ces dérivés : les ortho et paraiodoso et iodotoluènes, les substitués chlorés, bromés et nitrés dans le noyau de ces dérivés, l'iodochlorure, l'iodoso et l'iodopseudocumène, les iodochlorures et les iodosonaphthalènes α et β. Il a reconnu que la transformation de l'iodoso en iodobenzène avait lieu avec le temps et était même complète à froid sans l'intervention d'aucun autre agent On peut ou laisser s'évaporer le benzène iodosé, ou le séparer par le chloroforme. Cette réaction ne paraît pas s'effectuer à froid avec les dérivés substitués en para. En partant du benzène paradiiodé, M. Willgerodt a obtenu des dérivés iodés dans le noyau des composés précédents, un iodochlorure de formule $C^6H^4I(ICl^2)$. Ce corps donne, comme les termes ci-dessus, un iodosobenzène et un iodobenzène paraiodé, la présence d'un atome d'iode dans le noyau ne modifiant pas la marche de la réaction.

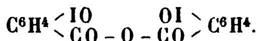
Celle-ci peut être réalisée une seconde fois. On obtient un composé renfermant deux groupements ICl^2 en position para, puis un paradiiodosobenzène $C^6H^4(IO)^2$, isomère avec l'iodobenzène paraiodé $C^6H^4I(IO)^2$, enfin un paradiiodobenzène.

Ces produits cristallisent facilement et présentent les mêmes caractères que les précédents[1].

M. Victor Meyer et ses élèves, de leur côté, ont étudié les dérivés iodoso et iodo des acides aromatiques. Pour la préparation de l'acide iodosobenzoïque, on obtient d'excellents résultats en traitant l'acide benzoïque orthoiodé par le permanganate de potasse, ou encore en

1. Pour une étude plus complète de ces corps, voir les mémoires originaux cités dans l'appendice bibliographique.

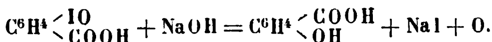
traitant l'iodochlorure correspondant, $C^6H^4(ICl^2)COOH$, par un alcali. Cet acide iodosobenzoïque est soluble dans l'alcool, dans l'eau bouillante, très peu dans l'eau froide, presque insoluble dans l'éther. Ses cristaux sont incolores. Il se dissout en jaune intense dans les alcalis et les carbonates alcalins. Il donne des sels métalliques. On n'a pu obtenir les éthers correspondants. L'acide dissous dans l'alcool éthylique et traité par l'acide chlorhydrique gazeux est réduit : il se forme de l'acide benzoïque orthoiodé et il se dégage du chlore. Dans l'alcool méthylique il se forme l'anhydride iodosobenzoïque,



Quand on traite le sel d'argent de l'acide $C^6H^4(IO)(COOAg)$ par l'iodure de méthyle, il se produit une forte explosion. En partant de l'iodochlorure correspondant à l'éther benzoïque, on n'obtient pas l'éther de l'acide iodoso; la réaction est la suivante :

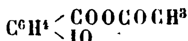


Les alcalis aqueux agissent à peine sur l'acide iodosobenzoïque : il reste presque inaltéré après quelques heures d'ébullition. Il ne s'est formé que des traces d'acide benzoïque iodé. Avec la soude alcoolique on obtient de l'acide salicylique, d'après l'équation

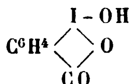


L'oxygène ne se dégage pas, il transforme une partie de l'alcool en aldéhyde.

L'acide iodosobenzoïque donne avec l'anhydride acétique un dérivé acétylé, soit



Cette réaction, ainsi que le caractère acide faible, conduirait à la formule



On ne connaissait pas en effet de dérivé de cette nature des acides

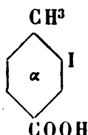
carboxyliques, mais MM. V. Meyer et Askenasy ont démontré que l'acide diméthylparaamidobenzoïque donne aussi un dérivé acétylé.

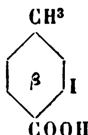
D'après M. V. Meyer, les acides benzoïques méta et paraiodés ne forment pas de dérivés iodoso ni par oxydation, ni en partant des iodochlorures. Dans ce cas la réaction se ferait d'après l'équation



$$C^6H^4 \langle {COOH \atop ICl^2} + 2NaOH = C^6H^4 \langle {I \atop COOH} + NaCl + NaOCl + O.$$

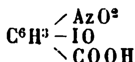
Dans le cas des acides toluiques iodés,





le second seul donnerait un dérivé iodoso. Ces faits appuieraient la formule qui représente l'acide iodosobenzoïque comme un hydroxy-iodobenzoate.

MM. V. Meyer et Askenasy ont démontré cependant que l'acide benzoïque paraiodé, qui, d'après eux, n'est pas susceptible de donner un dérivé iodosé, peut en donner un lorsqu'on le nitre. Cet acide nitré donne avec l'acide azotique fumant un produit jaune foncé insoluble dans presque tous les dissolvants de formule



$$C^6H^3 \begin{cases} AzO^2 \\ IO \\ COOH \end{cases}$$

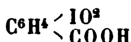
On obtient aussi l'acide nitroiodosotoluique en partant de l'acide toluique iodé α.

Les acides iodoso peuvent donner des acides iodo par oxydation avec le permanganate de potasse en solution alcaline. La réaction n'est pas complète : il se forme de l'acide iodé et une partie du dérivé iodoso reste inattaquée. Le dérivé iodé peut être éliminé par extraction à l'éther. On sépare les deux autres acides à l'aide de leurs sels ammoniacaux. Si on évapore une solution de ces sels ammoniacaux, le résidu contient l'acide iodoso libre, l'acide iodo reste à l'état de sel ammoniacal. Dans l'eau froide, l'acide iodoso reste insoluble; le sel de l'autre acide se dissout. On en sépare l'acide pur par l'acide sulfurique.

Pour préparer l'acide iodobenzoïque, on obtient un meilleur rendement avec moins de travail, ainsi que l'ont reconnu depuis V. Meyer et Hartmann, en traitant l'iodosobenzoate de soude en solution

aqueuse par le chlore à saturation. Il se forme dans ces conditions une grande quantité du dérivé iodo, un peu d'acide benzoïque orthoiodé, et il reste une certaine quantité de dérivé iodoso non transformé. On sépare ces produits comme précédemment.

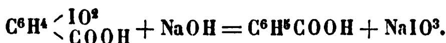
L'acide iodobenzoïque cristallise très bien; il détone à 230°. C'est un acide fort. Il a pour formule



$$C^6H^4 \left< \begin{matrix} IO^2 \\ COOH \end{matrix} \right.$$

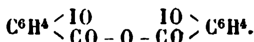
Il déplace 4 atomes d'iode par molécule dans une solution acidulée d'un iodure alcalin.

Avec la soude caustique il réagit de la manière suivante :



$$C^6H^4 \left< \begin{matrix} IO^2 \\ COOH \end{matrix} \right. + NaOH = C^6H^5COOH + NaIO^3.$$

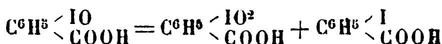
Il se fait de l'acide benzoïque et de l'iodate de sodium. Avec l'alcool méthylique et l'acide chlorhydrique gazeux, on obtient le même produit qu'avec l'acide iodoso-benzoïque, c'est-à-dire l'anhydride iodoso-benzoïque,



$$C^6H^4 \left< \begin{matrix} IO \\ CO - O - CO \end{matrix} \right> C^6H^4.$$

Avec l'alcool éthylique on obtient de l'acide benzoïque iodé.

Depuis, et tout récemment, M. Willgerodt a obtenu les acides iodoso et iodobenzoïques méta et para. Il prépare les dérivés iodosés en partant des iodochlorures correspondants et en les traitant par l'eau. On neutralise ensuite par la lessive de soude. Pour le dérivé para surtout, il faut employer de la lessive de soude très étendue ou même une solution de carbonate de potassium. On peut encore se servir d'un mélange de carbonate et d'hypochlorite de soude, obtenu en traitant du chlorure de chaux par le carbonate de soude. Ces dérivés iodoso chauffés se changent bientôt en dérivé iodo. On obtient ainsi un mélange d'acide iodobenzoïque et d'acide benzoïque iodé méta ou para, d'après l'équation

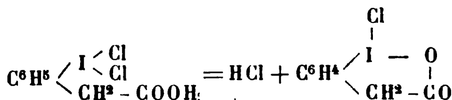


$$C^6H^5 \left< \begin{matrix} IO \\ COOH \end{matrix} \right. = C^6H^5 \left< \begin{matrix} IO^2 \\ COOH \end{matrix} \right. + C^6H^5 \left< \begin{matrix} I \\ COOH \end{matrix} \right.$$

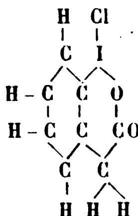
On se débarrasse des acides iodés soit par volatilisation, soit en les dissolvant dans l'acide acétique qui ne dissout pas l'acide iodobenzoïque. Ces nouveaux dérivés présentent les propriétés générales déjà indiquées.

M. Raum a aussi préparé un composé où l'iode trivalent ferait partie d'une chaîne fermée. Il l'obtient en partant de l'acide phénylacétique

orthoiodé. L'iodochlorure correspondant à cet acide donnerait par perte d'acide chlorhydrique



La formule développée de ce composé est la suivante :



Ce produit est insoluble dans l'éther; on utilise cette propriété pour le laver et le purifier. Par l'analyse on constate qu'il répond bien à la formule donnée.

Tout ce que nous venons de voir nous démontre que le groupement -I=O a des propriétés basiques très nettes. L'acide iodosobenzoïque est un acide faible; l'iodosobenzène forme des sels caractéristiques.

Nous allons maintenant passer en revue toute une série de composés où les caractères basiques de l'iode trivalent sont encore plus accentués. Ces corps ont été étudiés par MM. V. Meyer et Hartmann. Leur étude terminera ce rapide exposé des connaissances que nous avons acquises dans ces dernières années sur les dérivés de l'iode.

V. Meyer et Hartmann, pensant que le composé H=I-O serait, non de l'acide hypoiodeux, mais une base énergique, essayèrent de le préparer. Ils espéraient obtenir cette nouvelle base et du phénol en chauffant l'iodosobenzène avec de l'acide sulfurique. Il n'y réussirent pas. L'acide étendu dissout bien l'iodosobenzène, mais il se forme le sulfate correspondant, et même, en maintenant longtemps au bain-marie, il n'y a pas de transformation. Si, au contraire, on évapore la solution et qu'on chauffe le résidu jusqu'à ce que le produit perde la propriété de précipiter l'iode en liqueur acide, on obtient une base dont les caractères sont entièrement différents de ceux du produit primitif.

Cette base n'a pu être obtenue à l'état libre : les auteurs ne l'ont eue qu'en solution ou à l'état de sel. On l'obtient facilement de la façon

suivante : On verse en refroidissant et par petites portions 5 grammes d'iodosobenzène dans 15 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré. La solution se colore en brun sale, elle ne contient plus trace d'iodosobenzène. On étend en refroidissant avec de la glace. Si on a bien opéré, il ne se produit qu'un léger trouble résineux, dû à la formation d'un peu de benzène iodé. En abandonnant cette solution au repos pendant 2 jours, la petite quantité de benzène iodé formé se solidifie au fond du vase et on peut décanter la liqueur claire surnageante. Cette liqueur peut être employée pour la préparation des sels de la base en la traitant par les sels alcalins correspondants.

Une partie d'iodosobenzène donne une partie d'iodure de la nouvelle base. Le rendement est d'environ 82 pour 100.

L'iodobenzène donne le même produit par le même traitement, mais le rendement est plus faible. La réaction marche aussi avec le paraiodosotoluène. Elle paraît générale.

Les sels de la nouvelle base présentent les plus grandes analogies avec les sels d'argent ou de plomb, et surtout avec les sels de thallium. Le sulfate est facilement soluble, le nitrate plus difficilement. L'iodure est jaunâtre, insoluble; le bromure est faiblement jaune; le chlorure, blanc : ces deux derniers sels sont un peu plus solubles que l'iodure. Le chromate neutre est jaune vif.

On obtient la base libre en solution aqueuse en agitant longtemps l'iodure correspondant avec de l'oxyde d'argent humide fraîchement précipité.

On peut aussi l'obtenir, mais en solution beaucoup plus étendue, en traitant le sulfate correspondant par l'eau de baryte.

Cette base en solution donne avec les sels alcalins les mêmes précipités que la solution sulfurique primitive; mais les sels ainsi obtenus sont beaucoup plus purs.

L'iodure est un précipité jaunâtre, floconneux, que l'on débarrasse d'un peu d'iode entraîné en le lavant avec une solution aqueuse d'acide sulfureux.

Il se décompose à la distillation sèche en benzène mono et diiodé:



$$C^{12}H^9I^3 = C^6H^4I^2 + C^6H^5I.$$

Cette transformation est quantitative et confirme la formule déduite de l'analyse. Les benzènes iodés ont été identifiés à l'aide de leurs dérivés nitrés.

Le bromure a des propriétés identiques à celles du sel précédent.

Le chlorure a pu être obtenu cristallisé en longues aiguilles blanches dans l'acide acétique étendu.

Le nitrate est une masse blanche, obtenue en traitant la solution sulfurique de la base par l'acide azotique concentré. Il cristallise lorsqu'on l'agite avec l'éther.

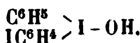
La base libre en solution aqueuse, obtenue comme nous l'avons vu précédemment, a une réaction fortement alcaline. Cette solution aban-

donnée à elle-même se trouble et se décompose peu à peu. Par évaporation on obtient un peu de benzène paradiiodé et une masse amorphe gélatineuse.

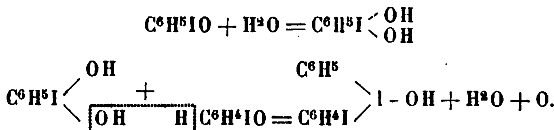
L'iodure de la nouvelle base ayant pour formule $C^{12}H^9I^3$, la base libre doit répondre au groupement $C^{12}H^9I^2OH$. On peut expliquer cette réaction de différentes façons.

L'iodosobenzène traité par l'acide sulfurique fixerait une molécule d'eau et le produit d'addition ainsi formé réagirait sur une seconde molécule d'iodosobenzène avec séparation d'eau et d'oxygène.

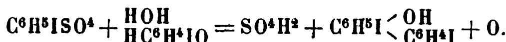
La base correspondrait à la formule développée suivante :



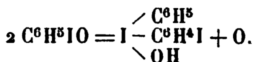
Elle se formerait d'après l'équation



On peut encore admettre l'existence du sulfate d'iodosobenzène en solution et c'est ce corps qui interviendrait dans la réaction :



L'équation sommaire de la réaction est la suivante :



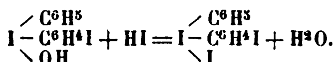
L'oxygène formé ne se dégage pas, il oxyde une petite partie des composés mis en réaction.

Cette formule de constitution ferait dériver la base d'un groupement analogue à celui de l'hydroxylamine :



La nouvelle base n'est cependant pas tout à fait semblable à l'hy-

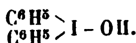
droxylamine, car elle ne forme pas de sels par addition, mais par substitution. Elle présente plutôt les caractères d'un ammonium quaternaire réagissant avec substitution de l'hydroxyle basique par le radical acide, d'après l'équation



$$I \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^4I \\ OH \end{cases} + HI = I \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^4I \\ I \end{cases} + H^2O.$$

Après avoir obtenu cette base, MM. V. Meyer et Hartmann cherchèrent, mais sans succès, à déplacer l'iode du groupement C^6H^4I par l'hydrogène. Cet iode doit être en position para, car il se forme du benzène paradiiodé dans les produits de décomposition de la base.

Ayant traité ensuite directement l'iodosobenzène par l'oxyde d'argent humide avec forte agitation, de préférence par des moyens mécaniques, ils constatèrent une série de faits qui les conduisirent à un procédé de synthèse directe de la base



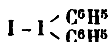
$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} > I - OH.$$

Ils opéraient de la façon suivante : L'iodosobenzène était traité par l'oxyde d'argent, la solution était filtrée et la base formée précipitée à l'état d'iodure par l'iodure de potassium.

Ils reconnurent que l'iodosobenzène fraîchement préparé donnait de fort mauvais rendements; préparé depuis deux mois et abandonné à la lumière, les rendements étaient meilleurs. Ce produit ayant été chauffé à 60° pendant 15 heures, la préparation marchait encore mieux. Enfin la précipitation était encore plus rapide si on avait chauffé plus haut.

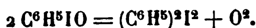
Par une opération identique, l'iodobenzène donne le même iodure, mais avec de très faibles rendements. Ce dernier dépasse 50 pour 100 avec de l'iodosobenzène chauffé à 60°.

Le produit obtenu cristallise dans l'alcool chaud et répond à la formule $(C^6H^5I)^n$. Il se décompose quantitativement par la distillation sèche en benzène monoiodé. D'après ce que nous avons vu plus haut, cette substance doit répondre à la formule



$$I - I < \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}$$

Comment s'est-elle formée? On pourrait d'abord admettre qu'en chauffant l'iodosobenzène est intervenue la réaction



$$2\,C^6H^5IO = (C^6H^5)^2I^2 + O^2.$$

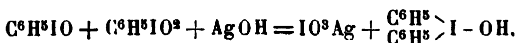
Dans ce cas, le nouvel iodure doit exister dans la masse chauffée.

. . .

Le traitement à l'oxyde d'argent a seulement pour but de séparer la base libre de son iodure. Ce n'est pas le cas. La masse ne contient pas trace de l'iodure. On le démontre facilement. En effet, agités avec l'acide sulfureux, l'iodoso et l'iodobenzène donnent du benzène iodé soluble dans l'éther. Or la masse ainsi traitée, agitée avec l'éther, n'abandonne pas l'iodure de la base, qui cependant est insoluble dans ces conditions. On est obligé de conclure que l'oxyde d'argent a dû agir sur l'iodosobenzène comme agiraient les lessives de potasse ou de soude. Si en effet on opère avec ces dernières et le produit chauffé à 60°, on obtient une petite quantité de la nouvelle base. La solution alcaline renferme surtout une notable proportion d'iodate.

On a maintenant l'explication du phénomène : l'iodosobenzène se transforme partiellement peu à peu à la lumière, et surtout en chauffant, en iodobenzène.

La masse portée à 60° renferme donc un mélange de ces deux produits, avec lesquels l'oxyde d'argent provoque la réaction suivante :



$$C^6H^5IO + C^6H^5IO^2 + AgOH = IO^3Ag + \begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\!\!>I-OH.$$

On déduit de ces conclusions un procédé simple de préparation de cette base :

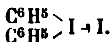
Un mélange intime en quantités équivalentes d'iodoso et d'iodobenzène sera agité mécaniquement pendant deux à trois heures avec un excès d'oxyde d'argent humide, puis filtré. La liqueur filtrée donne alors abondamment le nouvel iodure par l'iodure de potassium; 82 pour 100 du mélange sont transformés : le rendement est d'environ 93 pour 100 de la théorie.

L'acide iodique formé reste en partie avec les produits insolubles à l'état d'iodate d'argent; mais une partie est aussi passée en solution sous forme d'iodate de la nouvelle base. On sait en effet que les bases fortes décomposent l'iodate d'argent. Cet iodate est transformé en iodure correspondant, qui se précipite lorsqu'on traite la solution par l'acide sulfureux.

On peut aussi opérer avec l'oxyde de plomb, mais le rendement est moins bon.

La base libre s'obtient en traitant l'iodure précipité par l'oxyde d'argent. Fortement alcaline, moins cependant que les bases azotées, on peut la conserver quelque temps en solution aqueuse étendue; par concentration on obtient un sirop épais, fortement alcalin, d'où l'on peut encore précipiter la base à l'état de sel, mais elle ne tarde pas à s'altérer.

L'iodure est un précipité blanc, cristallisant bien dans l'alcool en longues aiguilles jaunâtres, fondant à 175-176°, avec formation de benzène monoiodé. Il répond à la formule



$$\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\!\!>I-I.$$

La décomposition par la chaleur est quantitative. Le produit formé a été identifié par son point d'ébullition et par le dérivé nitré correspondant.

Le chlorure $(C^6H^5)^2ICl$ est un peu plus soluble que le chlorure de plomb. Il se dépose de l'eau chaude en aiguilles blanches. A 230° il donne un mélange de benzène monochloré et monoiodé.

Le bromure $(C^6H^5)^2IBr$ a des propriétés identiques.

Le pyrochromate $(C^{12}H^{10}I)^2Cr^2O^7$ est un précipité orangé foncé, qui cristallise de l'eau chaude en lames rouge-orangé très belles, détonant par la chaleur.

Le ferrocyanure se précipite d'une solution concentrée de la base traitée par le sel correspondant de potassium. Il cristallise en aiguilles jaunes.

Le ferricyanure s'obtient d'une manière identique sous la forme d'aiguilles jaunes, plus difficilement solubles que le sel précédent.

La solution aqueuse de la base absorbe l'acide carbonique de l'air comme les lessives de potasse ou de soude ou comme l'hydrate de thallium en solution, avec moins d'avidité cependant. Si on la traite par un courant d'acide carbonique, il se forme un carbonate soluble que l'on obtient par évaporation sous la forme d'un vernis solide se décomposant avec effervescence par les acides.

Le nitrate s'obtient en traitant une solution moyennement concentrée de la base par l'acide azotique concentré. Il se dissout très facilement dans l'eau chaude et cristallise par refroidissement. Chauffé en quantité notable, il détone.

Le sulfate acide s'obtient en acidulant faiblement une solution concentrée de la base. On dissout le produit d'évaporation dans le moins possible d'alcool et on le précipite par l'éther. Il est extrêmement soluble dans l'eau, a une réaction acide, fond à 153-154° et se décompose à une température un peu plus élevée.

L'acétate s'obtient en neutralisant une solution concentrée de la base par l'acide acétique. Il est dissocié par la vapeur d'eau, qui en sépare intégralement l'acide acétique.

Le periodure a pour formule $(C^6H^5)^2I — I(I^2)$. On l'obtient en agitant l'iodure délayé dans l'alcool avec une solution alcoolique d'iode. Il se forme presque immédiatement. C'est tout d'abord un précipité brun-rouge qui cristallise de l'alcool en magnifiques aiguilles brillantes rouge foncé presque noires.

Le chlorure donne des chlorures doubles.

Le sel double de mercure et de diphényliodonium,



$$(C^6H^5)^2ICl\,HgCl^2,$$

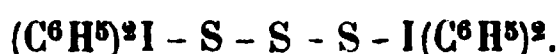
cristallise de l'eau en aiguilles blanches très belles, éteignant la lumière polarisée.

Le sel d'or, $(C^6H^5)^2ICl\,AuCl^3$, cristallise de l'eau, dans laquelle il est presque insoluble en aiguilles jaunes.

Le sel de platine $[(C^6H^5)^2ICl]^2PtCl^4$, cristallisé en aiguilles microsco-

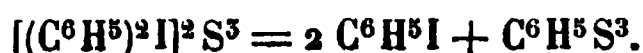
piques couleur chair, est aussi très peu soluble dans l'eau, même à chaud.

La base traitée par le sulfure jaune d'ammonium donne un précipité floconneux rouge-orangé vif, ressemblant tout à fait au sulfure d'antimoine fraîchement préparé. Il est cependant un peu plus pâle. Stable à o⁰ si on le laisse prendre la température ambiante, il se décompose avec dégagement de vapeurs en une huile très mobile. Cette huile est constituée par un mélange de benzène iodé et de trisulfure de phényle. Le sulfure formé par le sulfure d'ammonium riche en soufre est donc un trisulfure de formule



$$(C^6H^5)^2I - S - S - S - I(C^6H^5)^2.$$

Ce corps se décompose ainsi :



$$[(C^6H^5)^2I]^2S^3 = 2\,C^6H^5I + C^6H^5S^3.$$

On obtient le sulfure normal, $[(C^6H^5)^2I]^2S$, en précipitant la base en solution par le sulfure de sodium. C'est un corps jaune clair, se transformant à la température ordinaire en une huile incolore comme le produit précédent ; on obtient cette fois du benzène iodé et du sulfure de phényle :

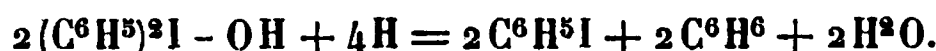


$$[(C^6H^5)^2I]^2S = 2\,C^6H^5I + (C^6H^5)^2S.$$

Cette décomposition est identique à celle de l'iodure de la base en benzène iodé.

Les solutions des bases iodosées précipitent les métaux lourds comme l'ammoniaque et les alcalis fixes.

La base libre traitée par l'amalgame de sodium est réduite, d'après l'équation

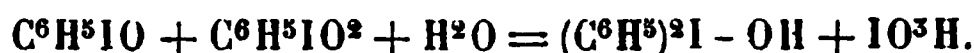


$$2\,(C^6H^5)^2I - OH + 4H = 2\,C^6H^5I + 2\,C^6H^6 + 2\,H^2O.$$

Comme produit secondaire, on constate la formation d'une petite quantité d'iodobenzène.

Cette base se forme encore en faible quantité lorsqu'on prépare l'iodobenzène à l'aide de l'iodoso et de l'eau.

La réaction aurait donc lieu au contact de l'eau, d'après l'équation



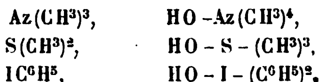
$$C^6H^5IO + C^6H^5IO^2 + H^2O = (C^6H^5)^2I - OH + IO^3H.$$

Cette réaction donne d'ailleurs de très bons rendements en base lorsqu'on transforme le paraiodosotoluène en paraiodo. Les divers autres termes de cette nouvelle série de corps sont à l'étude.

On doit remarquer la grande similitude existant entre les sels des

bases iodosées et les sels de plomb ou d'argent, et surtout de thallium. Les dérivés halogénés sont des précipités rappelant par leur couleur et leur solubilité ceux des métaux lourds ci-dessus. L'hydrate et le carbonate sont alcalins et solubles dans l'eau. le sulfure est insoluble comme les dérivés correspondants du thallium.

Ce nouveau composé présente aussi avec le benzène iodé les mêmes rapports que l'iodure de triméthylsulfine avec le sulfure de méthyle et l'iodure de tétraméthylammonium avec la triméthylamine. On peut représenter ces faits par le tableau suivant :



$$Az(CH^3)^3, \qquad HO-Az(CH^3)^4,$$
$$S(CH^3)^2, \qquad HO-S-(CH^3)^3,$$
$$IC^6H^5, \qquad HO-I-(C^6H^5)^2.$$

La nouvelle substance est donc l'oxyde de diphényliodonium. La séparation en benzène iodé est entièrement analogue à celle du tétraméthylammonium en triméthylamine et iodure de méthyle; seulement, dans le cas du composé azoté, les produits de la dissociation se recombinent par refroidissement, ce qui n'a pas lieu pour les dérivés iodés.

On peut donc conclure que l'iode est un élément éminemment propre à former des bases et que les sels de ces nouveaux composés présentent les plus grandes analogies avec les dérivés des métaux lourds, notamment avec ceux du thallium.

Au cours de cet ensemble de travaux, une polémique s'est engagée entre MM. Willgerodt et V. Meyer. Le premier a reproché fort vivement au second l'*annexion* des dérivés iodosés. On ne peut s'empêcher de constater cependant que, si M. Willgerodt est bien le premier qui ait obtenu les iodochlorures, il a laissé longtemps cette étude à l'abandon, de 1886 à 1892. Il ne l'a reprise que quand M. Meyer eut publié ses recherches sur l'acide iodosobenzoïque. Pendant que M. Willgerodt poussait vivement l'étude des iodochlorures aromatiques et des dérivés iodoso et iodo correspondants, MM. Ch. Hartmann et V. Meyer obtenaient les bases dont nous venons de parler en dernier lieu.

Bibliographie. — 1886. Willgerodt : sur quelques iodochlorures aromatiques. *Journ. prakt. Chemie*, **33**, 154. — 1892. Victor Meyer et W. Vachter : sur l'acide iodosobenzoïque, *D. chem. G.*, **25**, 2632. — Willgerodt : sur les iodochlorures aromatiques, l'iodoso et l'iodobenzène, *ibid.*, **25**, 3494. — 1893. Willgerodt : même sujet, **26**, 357; — même sujet, **26**, 1307. — Paul Askenasy et V. Meyer : sur les composés iodosés, **26**, 1354. — Willgerodt : sur les iodoso et iodobenzènes orthochlorés, **26**, 1532. — Ch. Hartmann et V. Meyer : sur l'acide iodosobenzoïque, **26**, 1727. — Ed. Kloeppel : sur l'acide toluique paraiodé et paraiodosé, **26**, 1733. — L. S. Allen : sur les composés iodoso et iodo de l'acide benzoïque paraiodométanitré, **26**, 1739. — W. Vachter : sur l'acide benzoïque iodé ortho et quelques-uns de ses

dérivés, 26, 1745. — Willgerodt : composés iodoso et iodo, 26, 1802. — Iodoso et iodobenzène métachlorés et métabromés, 26, 1947. — Victor Meyer : réponse à Willgerodt, 26, 2118. — Heinrich Abbes : sur l'acide téréphtalique iodé et l'acide iodosotéréphtalique. 26, 2951. — 1894. Willgerodt : sur la manière dont V. Meyer considère les dérivés iodoso et iodo, *Journ. prakt. Chemie*, 49, 466. — Ch. Hartmann et V. Meyer : sur une nouvelle classe de bases organiques iodées sans azote, 27, 426. — Ch. Hartmann et V. Meyer : même sujet, 27, 502. — Ch. Hartmann et V. Meyer : même sujet, 27, 1537. — Willgerodt : sur les iodosochlorures et les iodosonaphtalènes α et β, 27, 590. — Ch. Hartmann et V. Meyer : préparation de l'acide iodobenzoïque, 27, 1600. — Willgerodt : composés iodoso et iodo du benzène paradiiodé, 27, 1790. — Willgerodt : sur les transformations des composés iodosés à la température ordinaire, 27, 1826. — Willgerodt : sur l'iodoso et l'iodopseudocumène, 27, 1903. — Willgerodt : sur l'existence des acides iodoso et iodobenzoïques méta et para, 27, 2326. — W. Raum : sur une nouvelle classe de composés iodés à chaîne fermée dérivés de l'acide phénylacétique iodé, 27, 3232.

(4) Le traitement de la diphtérie par le sérum antidiphtérique,

par G. Darember, correspondant de l'Académie de Médecine.

I. *Résultats statistiques.*

Au mois de septembre 1894, M. Roux, l'éminent collaborateur de Pasteur, lisait au Congrès d'hygiène de Budapest un mémoire dans lequel il démontrait que le traitement de la diphtérie par l'inoculation sous-cutanée de sérum antidiphtérique, traitement proposé par Behring, de Berlin, dès 1890, sauvait une grande partie des diphtériques, voués jusqu'ici à une mort certaine. Cette nouvelle scientifique eut un grand retentissement, d'abord auprès des membres du Congrès de Budapest, puis dans toute l'Europe et surtout en France.

Jusque-là en effet le traitement sérothérapique, proposé par Behring, avait rencontré peu d'adeptes en Allemagne, et il était rejeté par la plus grande partie des médecins de Berlin et de Munich après les essais tentés dans les hôpitaux de ces villes.

Ces appréciations injustes étaient dues à un grand nombre de causes. Tout d'abord, depuis la mésaventure de la tuberculine de Koch, qui avait causé la mort d'un grand nombre de tuberculeux par une application thérapeutique trop hâtive, les médecins allemands étaient fort réservés, et même absolument sceptiques à l'égard des médicaments

découverts à l'Institut d'hygiène de Berlin. Or Behring était un élève de Koch. Behring et Kitasato avaient employé sans succès le sérum antitétanique. Puis Behring avait cédé son procédé de fabrication du sérum antidiphtérique à la grande usine de matières colorantes Meister Lucius et Brüning, d'Höchst-am-Mein. En outre, le D[r] Aronson, de Berlin fabriquait aussi un sérum antidiphtérique, et il le cédait à la maison Schering, de Berlin. Et des discussions s'élevaient au sujet de la valeur de ces deux produits : de sorte que la méthode était discréditée avant que des essais suffisants eussent été pratiqués.

Cependant les collaborateurs de Behring, MM. Erlich, Kossel, Wassermann, avaient publié une statistique fort encourageante. Sur 220 diphtériques traités par la sérothérapie, ils n'avaient eu qu'une mortalité de 23,6 pour 100. Puis Erlich et Kossel avaient traité 55 nouveaux cas et n'avaient eu que 8 morts. Katz, assistant de la clinique de Baginsky, n'avait qu'une mortalité de 13 pour 100. Ces résultats étaient très beaux : entre les mains de Behring et de ses collaborateurs, la mortalité par diphtérie, qui est ordinairement de 40 à 50 pour 100, avait diminué d'une bonne moitié.

De son côté, Aronson, sur 274 diphtériques traités avec son sérum, avait eu une mortalité de 15,3 pour 100.

Mais ces succès n'entraînaient pas la conviction des cliniciens de Berlin et de Munich. Le 28 novembre 1894, M. Hausemann, assistant de Virchov, a obtenu un grand succès devant la Société médicale de Berlin en déclarant que la sérothérapie antidiphtérique n'est ni un remède préventif, ni un remède curatif contre la diphtérie; qu'en outre elle n'est pas inoffensive. Quant aux médecins français, ils attendaient avec impatience les résultats des expériences que M. Roux entreprenait depuis plusieurs mois à l'Hôpital des Enfants, avec l'aide de MM. Martin et Chaillou.

Avant les expériences sérothérapiques de M. Roux, la mortalité par diphtérie dans cet hôpital était en moyenne de 51 pour 100. Or, pendant les expériences, du 1[er] février au 24 juillet 1894, les 300 enfants diphtériques traités par la sérothérapie ne donnèrent qu'une mortalité de 26 pour 100.

Depuis le 1[er] septembre, la sérothérapie est employée à Paris dans les deux hôpitaux des Enfants malades et de Trousseau, et la mortalité s'est abaissée à 14 pour 100, d'après les dernières statistiques publiées par le D[r] Moizard, chargé du service de la diphtérie à l'hôpital Trousseau, statistiques qui portent sur 231 enfants, reconnus bactériologiquement diphtériques. Avant l'emploi du sérum la mortalité était de 60 pour 100 à l'hôpital Trousseau.

La méthode précise employée par M. Roux et ses collaborateurs, la vraie méthode pastorienne, met à l'abri de toute espèce de cause d'erreur. Chaque malade en entrant à l'hôpital reçoit 20 centimètres cubes de sérum antidiphtérique. Puis on racle les fausses membranes de la gorge de l'enfant avec un fil de platine, et on ensemence un tube de sérum gélatinisé normal. Si après 24 heures de séjour à l'étuve à 37 degrés une culture s'est développée dans ce tube, on peut être

certain que l'on est en présence du bacille diphtérique. Si l'examen bactériologique est positif, on renouvelle l'injection du sérum, jusqu'à ce que la température rectale soit tombée au degré normal, et que les fausses membranes aient disparu.

M. Roux et ses collaborateurs ont distingué les diphtéries pures, c'est-à-dire celles dans lesquelles les fausses membranes ne contiennent que le bacille diphtérique, et celles dans lesquelles l'infection complexe est créée à la fois par le bacille et par d'autres microbes nuisibles, tels que le streptocoque. Les statistiques de MM. Martin et Chaillou ont montré qu'en 1892 la mortalité des angines diphtériques pures, sans associations microbiennes, non traitées par le sérum, était de 41 pour 100. En 1894, M. Roux a traité 120 malades atteints d'angines diphtériques pures; il n'a eu que 9 décès, soit une mortalité de 7 1/2 pour 100.

Cette statistique brute démontre donc que la sérothérapie a sauvé les 4 cinquièmes des enfants atteints d'angine diphtérique pure et voués à une mort certaine. Il faut en outre savoir que sur les 9 enfants morts, 7 ont séjourné moins de 24 heures à l'hôpital. D'où cette indication : ne pas attendre que l'enfant soit très malade pour faire l'injection de sérum antidiphtérique.

Les laryngites ou croups diphtériques purs sont un peu moins heureusement influencés par le sérum. Le danger extrême du croup est causé par le développement des fausses membranes dans le larynx et l'asphyxie mécanique du malade s'ajoute à l'empoisonnement diphtérique, qui est la seule cause de mort dans l'angine couenneuse. Sur 49 cas de croups diphtériques purs, trachéotomisés et traités par le sérum, M. Roux a eu 15 décès, soit une mortalité de 30,9 pour 100. Avant la sérothérapie les croups diphtériques purs donnaient 68 pour 100 de mortalité, d'après la statistique de MM. Martin et Chaillou.

Les croups causés par des associations microbiennes sont encore plus graves. Malgré le sérum, ils donnent encore une mortalité de 50 pour 100 lorsque le bacille diphtérique est associé au staphylocoque, et de 57 pour 100 quand il est associé au streptocoque. Avant la sérothérapie, de tels croups donnaient une mortalité de 80 pour 100 d'après les statistiques de MM. Martin et Chaillou.

Les angines diphtériques sans croup, c'est-à-dire sans propagation de fausses membranes au larynx, quand elles sont causées par l'association du bacille diphtérique au streptocoque, sont moins graves que les croups. Avec la sérothérapie, elles donnent une mortalité de 25 pour 100. Avant la sérothérapie, elles donnaient une mortalité de 87 pour 100. d'après les statistiques de MM. Roux et Yersin.

La gravité des angines et des croups diphtériques associés à d'autres microbes infectieux montre qu'il importe de ne pas mélanger les diphtériques avec les rougeoleux, les scarlatineux, les broncho-pneumoniques. La moitié des morts de M. Roux auraient certainement survécu, si leur diphtérie ne s'était pas compliquée de broncho-pneumonie. de suppuration, de fièvres éruptives prises, par contagion dans les salles. Aussi M. Roux a-t-il demandé qu'on isolât dans des salles

spéciales les enfants qui n'ont pas une diphtérie pure. Et le Conseil municipal de Paris vient de voter les sommes nécessaires à l'édification de ces salles d'isolement dans les hôpitaux de Paris. Ces mesures prophylactiques contribueront largement à aider l'action de la sérothérapie dans le traitement de la diphtérie.

II. — *Préparation du sérum antidiphtérique.*

Le sérum antidiphtérique est le sérum des animaux vaccinés contre la diphtérie. La vaccination des animaux contre la diphtérie a été assez difficile à obtenir. Voici les phases diverses de ces études préparatoires.

En 1883, le professeur Klebs découvre le bacille diphtérique dans les fausses membranes.

En 1884, Lœffler, assistant de Koch, isole et cultive ce bacille, et reproduit les fausses membranes chez les animaux.

En 1888, Charles Richet et Héricourt avaient démontré que le sang de lapins vaccinés contre la septicémie du staphylocoque pyogène, inoculé à d'autres lapins, les rendait réfractaires à cette infection.

En 1888, Roux et Yersin reproduisent les paralysies diphtériques. Puis ils démontrent que les bacilles diphtériques produisent une quantité considérable d'une *toxine* qui tue les animaux. Un cobaye de 500 grammes meurt en 48 heures si on lui injecte un dixième de centimètre cube de cette solution toxique, absolument privée de microbes.

Divers expérimentateurs se sont servis de cette toxine découverte par Roux et Yersin pour vacciner les animaux contre la diphtérie. Avec la solution de toxine, isolée des microbes, on est en présence non plus d'un élément vivant qui pullulera lorsqu'on l'introduira dans le corps, mais d'un poison fixe, incapable de s'accroître, n'agissant que proportionnellement à la dose employée. Aussi, en tâtonnant, on peut arriver à injecter aux animaux des doses de poison insuffisantes pour les tuer, et si on répète plusieurs fois cette injection inoffensive, l'animal arrivera à supporter des doses de plus en plus fortes de poison. Il s'y accoutumera et peu à peu il acquerra, comme l'a vu Behring, une immunité complète contre des doses formidables de toxine diphtérique. On obtient plus facilement cette accoutumance en injectant des doses progressivement croissantes de la même solution toxique, modifiée par le chauffage à 70 degrés, comme l'a fait Carl Frankel, ou par de petites quantités d'iode, selon la méthode de MM. Roux et Vaillard. M. Roux recommande avec raison de surveiller ces tâtonnements, en pesant régulièrement les animaux ainsi traités. Il faut interrompre les injections dès que leur poids diminue. Aller lentement, c'est gagner du temps, dit avec grande raison l'éminent collaborateur de Pasteur. Voici du reste des indications spéciales sur l'immunisation des animaux contre la diphtérie, qui m'ont été remises par M. Nocard, l'éminent professeur de l'École vétérinaire d'Alfort, et

le précieux collaborateur de M. Roux pour la préparation du sérum antidiphtérique.

« La durée de l'immunisation est au minimum de 2 mois, le plus souvent 3 mois. — On n'utilise le sérum qu'après s'être assuré que sa valeur antitoxique est supérieure à 50 000.

La possibilité de vacciner contre le bacille de la diphtérie et contre le poison diphtérique une fois établie, il fallait rechercher les moyens de se procurer en quantité suffisante le sérum nécessaire, et s'adresser pour cela à de grands animaux.

Des expériences multipliées montrèrent que le mouton et la chèvre sont d'une susceptibilité extrême à l'égard du poison diphtérique; ils succombent souvent à l'injection de faibles doses; et même quand l'immunisation est faite avec la plus grande prudence, ils finissent par mourir à la longue profondément cachectiques, bien que leur sérum puisse être antitoxique à un degré élevé. Ces animaux ne peuvent donc pas être utilisés pratiquement.

L'âne et la vache ont aussi une extrême susceptibilité : de très faibles doses de poison, même atténué par l'iode, provoquent chez eux une fièvre intense, un œdème énorme et parfois une néphrite parenchymateuse mortelle. On parvient cependant, à la longue, en injectant de loin en loin de très faibles doses, à leur donner l'accoutumance au poison et à rendre leur sérum antitoxique à un degré élevé.

Mais on sait que la vache, même entièrement saine, donne un sérum toxique pour certains animaux (10 centimètres cubes de sérum normal tuent en 36 heures, avec une hyperthermie intense, un cobaye de 500 grammes); peut-être ce sérum serait-il aussi toxique pour l'homme. Il vaut mieux s'abstenir, d'autant que le cheval, beaucoup plus facile à immuniser que l'âne et la vache, donne aisément en grande quantité un sérum absolument inoffensif pour tous les animaux et pour l'homme.

Le cheval est facile à immuniser, du moins certains chevaux : il en est en effet qui supportent d'emblée jusqu'à 2, 4 et 5 centimètres cubes de toxine la plus active, sans œdème et sans hyperthermie notable. D'autres, au contraire, sont extrêmement malades pendant plusieurs jours sous l'influence d'une fraction de centimètre cube.

On peut prévoir avec quelque précision le degré de réceptivité des chevaux en essayant sur des cobayes l'action de leur sérum avant toute injection de toxine. On injecte à deux cobayes 5 centimètres cubes de ce sérum normal, puis après 24 heures on inocule, à l'un 1 centimètre cube de culture âgée d'un jour, à l'autre 1/5 de centimètre cube de toxine; on inocule de même deux cobayes neufs témoins, lesquels meurent toujours en moins de 48 heures. Les premiers au contraire peuvent survivre 3 jours, 4 jours, 6, 8, 10, 15 et jusqu'à 20 jours ; la durée de la survie permet d'aller plus ou moins vite dans l'immunisation.

Les chevaux sont âgés de 6 à 11 ou 12 ans au plus. Tous sont éprouvés par la malléine avant d'être immunisés, de façon à éliminer toute idée de morve. On les choisit parmi les chevaux réformés de l'armée pour cause de boiterie. Cette origine est précieuse, surtout

parce que, chaque cheval ayant un livret d'infirmerie, on peut ainsi connaître tous ses antécédents pathologiques.

M. Roux a observé qu'un cheval antérieurement immunisé contre le pneumocoque, puis préparé pour la diphtérie, fournissait un sérum qui semblait donner de meilleurs résultats contre la diphtérie compliquée de broncho-pneumonie, la plus grave de toutes.

Beaucoup de chevaux de l'armée ayant eu de la pneumonie, il sera intéressant de voir si leur sérum participe de cette propriété. »

En ce moment l'Institut Pasteur a immunisé 73 chevaux à l'écurie de Villeneuve-l'Etang, près Garches, 30 dans les écuries de la ville de Paris à Grenelle, et 30 autres à l'Ecole d'Alfort; ces derniers sont surveillés chaque jour par le professeur Nocard, qui essaye de diminuer le temps nécessaire à l'immunisation. Il faut en général deux mois et demi pour donner à un cheval 12 à 15 injections, représentant un litre de toxine iodée, et nécessaires à sa vaccination. Un des chevaux immunisés par le professeur Nocard a pu recevoir 1150 cc. de toxine iodée en 30 jours. Comme il faut un repos de 20 jours après cette série d'injections, l'animal pourra en 50 jours fournir le sérum antidiphtérique. Dernièrement deux des chevaux immunisés à Garches sous la direction du docteur Louis Martin sont morts d'un empoisonnement diphtérique rapide, ayant débuté par une paralysie presque subite. Il en fut de même d'un des chevaux de M. Nocard.

C'est pour éviter de pareils accidents et des tâtonnements lents, incompatibles avec la rapide évolution de la diphtérie, que l'on n'a pas cherché à réaliser le traitement diphtérique par la vaccination à l'aide de toxines atténuées.

Il fallait donc imaginer un subterfuge qui permît de se servir indirectement de cette immunisation des animaux par l'accoutumance lente. Behring a eu en 1890 la bonne fortune et l'honneur de constater le premier que le sérum des animaux ainsi immunisés contre la diphtérie était un véritable contrepoison de la diphtérie, un sérum antitoxique, préventif et curateur. Ce sérum, injecté à des animaux sains, leur permettait de supporter sans danger l'inoculation ultérieure de cultures pures de bacilles diphtériques. Behring vit en outre que ce sérum mélangé *in vitro* avec la toxine de la diphtérie détruisait son pouvoir toxique. Il avait ainsi créé une nouvelle méthode de traitement des maladies infectieuses : la *sérothérapie.*

Mais il serait injuste d'oublier que, plusieurs années auparavant, le professeur Hans Büchner, de Munich, avait démontré, par de célèbres expériences, que le sérum normal était bactéricide, qu'il tuait les microbes, et que pour cette raison ces micro-organismes étaient rarement rencontrés dans le sang. Le savant qui avait trouvé que le sérum normal contient des toxines pour les microbes, a incontestablement préparé la voie à celui qui a révélé expérimentalement la présence des antitoxines dans le sérum des animaux vaccinés contre le tétanos et la diphtérie. Aussi les noms de Hans Büchner et de Behring doivent être associés à celui de M. Roux dans l'histoire de la lente et difficile découverte du traitement scientifique de la diphtérie.

Voici comment M. Roux prépare la toxine nécessaire aux vaccinations des animaux. On prend des vases à fond plat, munis d'une tubulure latérale, dits tubes de Fernbach, dans lesquels on met une petite couche de bouillon alcalin peptonisé à 2 pour 100. Après stérilisation à l'autoclave, on sème du bacille diphtérique récent, très virulent, et on porte à l'étuve à 37 degrés. Lorsque la culture est bien commencée, la tubulure de chaque ballon est reliée par un tube de caoutchouc à un ajutage d'un tuyau de cuivre qui est lui-même en relation avec une trompe à eau. Au moyen de pinces à vis, placées sur les tubes de caoutchouc, il est facile de règler le courant d'air qui pénètre par le tube de chacun des matras, après avoir barboté dans un flacon laveur. En trois semaines la culture est suffisamment riche en toxine pour être employée. Les cultures sont filtrées sur une bougie Chamberland, et le liquide clair est gardé dans des vases bien remplis, bouchés et tenus à l'abri de la lumière, à la température ordinaire. Ainsi préparée, la toxine tue ordinairement un cobaye de 500 grammes en 48 heures à la dose de 1/10 de centimètre cube.

Le sérum des animaux immunisés par la toxine iodée est fourni par le sang de la veine jugulaire retiré aseptiquement par le procédé Nocard. 1/30 de centimètre cube du sérum antidiphtérique préparé par M. Roux détruit complètement l'effet de 9/10 de centimètre cube de la solution de toxine qu'il emploie pour vacciner ses chevaux. En ce moment l'Institut Pasteur peut fournir chaque jour 2 litres d'un tel sérum. En centrifugeant le caillot selon la méthode indiquée par G. Salet et G. Daremberg, on peut augmenter légèrement la quantité de sérum utilisable.

Le sérum liquide peut être conservé longtemps dans des tubes scellés. Il garde son pouvoir immunisant au moins pendant une année. Il en est de même du sérum solidifié par l'évaporation dans le vide.

III. — *Technique de la sérothérapie antidiphtérique.*

On remplit de sérum une seringue de 20 centimètres cubes, stérilisable dans l'eau bouillante. On enfonce l'aiguille dans le tissu cellulaire sous-cutané du flanc, et on vide la seringue lentement. La peau devra être préalablement lavée à l'eau bouillie légèrement savonneuse, puis avec une solution antiseptique : sublimé au 1000e ou lysol au 10e. La zone de la piqûre sera recouverte avec de la ouate hydrophile. Cette injection ne donne lieu à aucune réaction générale. Quelquefois elle est suivie d'une éruption ressemblant à l'urticaire, à la rougeole ou à la scarlatine. Cet exanthème est dû non pas à l'antitoxine, mais aux substances contenues dans le sérum normal des animaux. Quelquefois il est accompagné de fièvre ou de gonflements articulaires.

Behring conseille d'injecter le quart de la dose thérapeutique pour préserver les membres d'une famille dans laquelle un cas de diphtérie s'est déclaré. L'action préventive du sérum antidiphtérique a aussi été constatée par Roux et Moizard à Paris, par Seitz à Munich et par

Mervius à Heligoland. Le pouvoir préservatif dure au moins 10 semaines.

M. Roux conseille de ne pas faire d'attouchements locaux avec le sublimé ou l'acide phénique pendant le traitement sérothérapique. Ces poisons sont alors fort mal supportés. Il conseille de faire 3 fois par jour des lavages de la gorge avec un mélange de 50 grammes de liqueur de Labarraque dans un litre d'eau bouillie, et de pratiquer des attouchements soit avec un mélange à parties égales de camphre et de menthol porté à viscosité dans un mortier, soit avec la glycérine salicylée à 5 pour 100.

Dans les cas ordinaires, après la première injection de sérum, la température baisse et le pouls diminue de fréquence. Dans les cas graves une 2e et une 3e injection sont nécessaires pour obtenir ce résultat. On ne doit cesser les injections de 20 ou de 10 centimètres cubes que lorsque la température baisse d'une façon permanente, lorsque le pouls ne dépasse pas 100 pulsations à la minute, quand l'albumine a disparu des urines. Telles sont les règles établies par MM. Roux et Martin.

Tels sont les faits qui ont été si bien observés par M. Roux et ses collaborateurs. Ils ont vraiment imposé au monde savant cette méthode de la sérothérapie que son inventeur Behring avait été impuissant à faire accepter des médecins allemands. C'est un nouveau triomphe pour l'Institut Pasteur.

Depuis la communication de M. Roux au Congrès de Budapest, les cliniciens d'outre-Rhin ont repris l'étude de la sérothérapie. A Berlin, Kossel présente une statistique ne donnant qu'une mortalité de 16 pour 100. Korte arrive avec une mortalité de 33 pour 100, au lieu de 54 pour 100, taux de la mortalité au début de l'épidémie non traitée par le sérum. Ritter a une mortalité de 19 pour 100. A Munich, Ranke a aussi obtenu récemment de fort beaux résultats avec les sérums de Behring et d'Aronson. A Budapest, le professeur Bokaï a une mortalité de 14 pour 100; avant le traitement sérothérapique cette mortalité oscillait entre 60 et 40 pour 100.

Ainsi partout les assertions de Behring sont contrôlées et vérifiées grâce à l'autorité de M. Roux et aux perfectionnements qu'il a apportés aux indications de la sérothérapie antidiphtérique.

INDEX ALPHABÉTIQUE

A

Absorption (Coefficients d') des gaz.................... 147[17]
Acétates. Réactions............ 167
Acétate de baryum. Densité des solutions. 90
Acétate de calcium. Densité des solutions. 90
Acétate de plomb. Densité des solutions.. 90
— **(Sous-)**. Préparation...... 464
Acétate de potassium (Point d'ébullition de la solution saturée d')............ 97
— Densité des solutions...... 91
Acétate de sodium. Densité des solutions........ 90
— (Point d'ébullition de la solution saturée d')....... 97
Acétone. Dilatation 27
Tension de vapeur........ 36
Acétylène. Tension de vapeur... 34
— Densité.................. 65
Acides. Acidimétrie 314
Voyez *Acidité*.
Acide acétique. Dilatation...... 27
— Densité des solutions...... 78
— Dosage dans les vins...... 426
— — dans les vinaigres.. 425
— (Essai de l') cristallisable.. 426
— (Points de fusion de l') 427
— Dosage dans les bières... . 429
— — **anhydre**. Dilatation. 27
Acide arsénieux. Densité....... 63
— Point d'ébullition.... . .. 95
— (Liqueur titrée d')......... 328
Acide arsénique. Densité des solutions................ 76
Acide azoteux. Densité......... 65
Voyez *Nitrites*.
Acide azotique. — Voyez *Acide nitrique*.
Acide benzoïque. Solubilité dans l'eau 277
Acide borique. Recherche....... 176
Acide bromhydrique. Densité... 65
— Densité des solutions...... 76
— Réactions du gaz.......... 193
— Solubilité................. 276
Acide butyrique. Dilatation..... 27
Acide carbonique. Dilatation... 28
— Tension de vapeur........ 35
— Poids du litre........... 42
— Densité............... 65
— Point d'ébullition......... 95
— Solubilité............... 147[17]
— Réactions du gaz 193
Voyez *Carbonates*.
Acide chlorhydrique. Dilatation. 27
— Densité........ 62
— — du gaz 65
— — des solutions 72
— Points d'ébullition 95
— Réactions du gaz 193
— Solubilité 277
Acide chromique. Densité des solutions................ 91
Acide citrique. Densité des solutions... 80
Acide cyanhydrique. Densité ... 62
— Densité du gaz... 65
— — des solutions.... . 77
— Points de fusion et d'ébullition... 95
— Réactions du gaz. 193
Acide fluorhydrique. Densité .. 65
Acide fluosilicique. Densité des solutions.... 76
Acide formique. Dilatation... .. 27
— Densité des solutions. ... 72
Acide hypoazotique. Densité. .. 62
— Densité du gaz. 65
— Points de fusion et d'ébullition 94
Acide hypochloreux. Densité.... 65
Acide iodhydrique. Densité.... 65
— Densité des solutions.. .. 76
— Réactions du gaz. 193

Acide iodhydrique. Point d'ébullition de la solution 95
— Solubilité dans l'eau. 276
Acide iodique. Densité des solutions.. 77
Acide malique. Dosage dans les vins 420
Acide nitrique. Dilatation.... . 27
— Densité 62
— Densité des solutions.. ... 70
— Points de fusion et d'ébullition 95
— Dans les eaux 277
— Dosage dans les nitrates... 317
— — dans le sol... 394
— — dans les engrais... 400
Acide oxalique Densité des solutions 81
— Solubilité.... 277
— (Liqueur titrée d')....... 314
— Dans les vins. 422
Acide periodique. Densité des solutions. 77
Acide phosphorique. Densité des solutions. 77
— Dosage dans le sol. . .. 393
— — dans les engrais .. 395
— — dans la bière. . .. 430
— Liqueur molybdique.. 393
— — d'urane 396
— — magnésienne.. . . 390
Acide propionique. Dilatation .. 27
Acide rosolique pour titrages. .. 466
Acide salicylique. Recherche dans le vin. 414
— dans la bière. 432
— dans le lait 440
Acide silicique. — Voyez *Silice*.
Acide stéarique. Dosage dans les suifs. 379
— Essai 370
Acide succinique. Solubilité 277
— Dosage dans les vins. . . 419
Acide sulfhydrique. Tension de vapeur 35
— Densité 65
— Solubilité .. .. 147[17]
— Réactions du gaz. 193
Acide sulfureux. Dilatation 28
— Tension de vapeur.... .. 35
— Densité 65
— Densité des solutions . . 71
— Solubilité .. .. 147[17]
— Points de fusion et d'ébullition 95
— Réactions du gaz.. 193
Acide sulfureux. Recherche dans les vins............... 422
— — dans la bière ... 431
Acide sulfurique. Dilatation..... 27
— Densité 58
— Densité des solutions.. 63, 84
— Points d'ébullition 76
— (Liqueur titrée d')... . . 314
— — dans le sulfate de chaux 393
Voyez *Sulfates*.
Acide sulfurique anhydre. Points de fusion et d'ébullition 95
— Densité des solutions sulfuriques. 75
Acide tartrique. Densité des solutions 80
— Solubilité 277
— Dosage dans les vins.. 418
— — dans les vinaigres . 426
— — dans les bières..... 433
— (Racémique). Solubilité ... 277
Acidimétrie. 314
Acidité du vin 418
— du vinaigre.. 425
— de la bière 429
Acier. Dilatation 25
— Densité.... 62
— Point de fusion.... 96
Air. Dilatation...... 28
— Poids du litre... 42
— Poids de l'air humide.. .. 64
— Densité.................. 65
— Solubilité..... ... . 147[17]
Albumine. Densité des solutions. 93
— Dosage dans les fourrages.. 402
— — dans la bière..... 428
— — dans le lait. 438
Alcalimétrie 325
Alcool. Dilatation..... 27
— Tension de vapeur.. 36
— Densité de l'alcool dilué.... 66
— (Mouillage de l') 69
— Hydromètre de Sikes..... . 67
— Densité des mélanges d'alcool et d'éther. 69
— Tables de corrections...... 408
— Conversion des centièmes en volume et en poids. 411
— Points d'ébullition de l'alcool dilué.. 411
— Dosage dans les vins.. . . 412
— Addition d'alcool au vin .. 421
— (Vinaigre d')....... 425
— — dans les bières.... 427

Alcool amylique. Dilatation..... 27
Alcool benzylique. Dilatation. . 27
Alcool méthylique. Dilatation... 27
— Tension de vapeur... ... 36
— Densité de l'alcool méthylique dilué. 71
— Essai de l'alcool méthylique pur.... 462
Alcoomètre de Gay-Lussac...... 52
— de Tralles 68
Aldéhyde. Dilatation. 27
Alliages. Points de fusion....... 95
— d'étain et de plomb. 307
— Composition des principaux alliages. 308
— fusibles pour machines à vapeur................ 311
— pour soudures 311, 467
— monétaires 311
Alumine. Densité. 62
— Dosage dans les verres.... 334
— — dans les ciments... 341
— — dans les sols....... 393
— — dans les vins...... 422
Aluminium. Dilatation.......... 25
— Densité 62
— Point de fusion........... 96
— (Réactions des sels d')..... 192
Alun ammoniacal. Densité...... 59
— Densité des solutions...... 77
— Solubilité........... 277
— Recherche dans le vin..... 410
Alun potassique. Densité.. 63
— Densité des solutions...... 81
— Solubilité............... 277
— Recherche dans le vin. ... 422
— — dans la bière.. 433
Alun de chrome. Densité des solutions. 84
Amidon. Richesse des pommes de terre en amidon.. 387
— Dosage dans les fourrages 402
— Réactif.. 465
— ioduré. Réactif... 465
Ammoniaque. Tension de vapeur. 35
— Densité.... 65
— — des solutions..... 79
— Points de fusion et d'ébullit. 96
— Solubilité.. . . .. 147[17]
— (Réactions des sels d') 194
— Réactions du gaz......... 193
— Dosage dans l'eau..... .. 284
— — de l'ammoniaque albuminoïde...... 284
— — dans le sol........ 394
— — dans les engrais... 399
Ammoniaque. Réactif de Nessler. 395
Ampère........................ 18
Analyse pyrognostique... 180 à 184
— **spectrale** .... 185 à 192
— **des gaz** 193, 194
— **quantitative**, facteurs. 195 à 202
— **biologique**, facteurs...... 200
— **organique**, calcul......... 200
— **indirecte**............... 202
Aniline. Dilatation. 27
— Réactions................ 167
— Point d'ébullition. 449
Anthracène (Dosage de l')....... 457
Anthracite. Densité. 64
Antimoine. Densité............ 62
— Point de fusion. 96
— (Réactions des sels d')..... 149
Ardoise. Densité 64
Aréomètres Baumé......... 50, 53
— **Brix**........ 53
— **Beck** 50, 53
— **Balling**. 53
— **Fleischer**. 54
— **Twaddle** 54
— Pèse-esprits. Baumé....... 52
— — Cartier... ... 52
— Degrés Baumé que doivent marquer les solutions pour donner de beaux cristaux. 93
Argent (Réactions des sels d') ... 149
— Dilatation 25
— Densité 62
— Point de fusion. 95
— (Analyse des alliages monétaires d'). 302
— Alliages d'argent légaux .. 311
— (Liqueur titrée d').. 319
— (Traitement des résidus d'). 448
Argiles. Densité......... 64
— Classification............ 339
— Composition........... .. 339
— Analyse. 340
— Dosage dans le sol...... .. 392
Aromatique (Série)............ 256
Arséniate de sodium. Densité des solutions. 90
Arsenic. Densité. 62
— Points de fusion et d'ébullition.. 67
— (Réactions des composés d') 180
— Recherche dans les bougies. 260
Asphalte. Densité 58
Azotates. — Voyez *Nitrates*.
Azotites. — Voyez *Nitrites*.
Azote. Dosage dans les corps organiques... 370

Azote. Dilatation ... 28
— Densité ... 65
— Solubilité ... 147[17]
— Réactions du gaz ... 193
— Dosage dans les engrais ... 398
— (Réactions des composés de l') ... 150
Azote (Bioxyde d'). Liquéfaction. 33
— Densité ... 65
— Solubilité ... 147[17]
— Réactions du gaz ... 193
Azote (Protoxyde d'). Dilatation 28
— Tension de vapeur ... 35
— Densité ... 65
— Point d'ébullition ... 76
— Solubilité ... 147[17]
— Réactions du gaz ... 193

B

Bactéries. Recherche dans l'eau potable ... 294
Baromètre. Formule ... 28
— Corrections ... 29
— Relation avec l'altitude ... 32
Baryte. Densite ... 63
— Solubilité ... 278
Baryum (Réactions des sels de). 151
Basalte. Densité ... 64
Benzine. Dilatation ... 27
— Tension de vapeur ... 36
— Point d'ébullition et fractionnement ... 449
Benzoates. Réactions ... 167
— d'éthyle. — Voyez *Éther benzoïque.*
Benzophénone. Tensions de vapeur ... 34
Barberis. Réaction de l'extrait .. 451
Betteraves Analyses ... 403
— Composition ... 404
— Richesse des jus en sucre . 405
— Analyse optique des jus .. 383
Beurre. Densité ... 64
— Analyse ... 371
— Dans le lait ... 432
Bière. Analyse ... 427
— Falsifications ... 430
Bismuth. Densité ... 62
— Point de fusion ... 96
— (Réactions des sels de) ... 151
Blanc de baleine. Densité ... 64
Bleu d'aniline CLB. Réactif ... 467
Bois. (Pouvoir absorbant du charbon de) pour les gaz ... 377
— de sapin. Dilatation ... 25
Bois jaune. Réactions ... 451
Bois rouge. Réactions ... 450
— Recherche dans le vin, 416, 425
— Papier réactif et teinture .. 467
Borates. Réactions ... 152
Borax. Densité ... 63
— Solubilité ... 278
— (Essais au) ... 174
— Recherche dans le vin ... 422
— — dans la bière .. 432
— — dans le lait ... 440
— — dans le beurre .. 378
Bore. Densité ... 62
Bouchons pour chlore ... 464
Bougies. Analyse ... 370
— **décimale** ... 344
— **étalons** ... 345
Bromates. Réactions ... 152
Bromate de potassium. Solubilité ... 278
Bromate de sodium. Solubilité .. 278
Brome. Dilatation ... 27
— Densité ... 62
— — de vapeur ... 65
— — de la solution ... 71
— Points de fusion et d'ébullition ... 95
— Solubilité ... 147[17]
— Dosage dans les mélanges de chlorures ... 202
Bromures. Réactions ... 152
Bromure d'argent. Densité ... 63
Bromure de baryum. Densité des solutions ... 82
Bromure de cadmium. Densité des solutions ... 83
Bromure de calcium. Densité des solutions ... 82
— Solubilité ... 278
Bromure d'éthyle. Dilatation ... 28
— Tension de vapeur ... 36
Bromure d'éthylène. Dilatation .. 27
— Tension de vapeur ... 36
Bromure de lithium. Densité des solutions ... 84
Bromure de magnésium. Densité des solutions ... 83
Bromure de phosphore (Tri-). Dilatation ... 27
— Point d'ébullition ... 96
Bromure de potassium. Densité. 63
— Densité des solutions ... 84
— Solubilité ... 278

Bromure de silicium. Point d'ébullition ... 96
Bromure de sodium. Densité des solutions ... 84
— Solubilité ... 278
Bromure de strontium. Densité des solutions ... 82
Bromure de zinc. Densité des solutions ... 83
Bronze. Dilatation ... 25
— Point de fusion ... 96
— Composition ... 309
Brucine. Réactions ... 167
Butyrates. Réactions ... 168

C

Cachou. Réactions ... 451
— Richesse en tannin ... 434
Cadmium. Densité ... 62
— Points de fusion et d'ébullition ... 96
— (Réactions des sels de) ... 152
Calcaires. Densité ... 64
— Composition des calcaires à chaux ... 391
— Analyse ... 391
— Composition des sols calcaires ... 391
— Dosage du calcaire dans le sol ... 392
Calcium. — Voyez *Chaux*.
Campêche (Teinture de) ... 466
Calculs urinaires ... 442
Calorie ... 18
Caoutchouc. Densité ... 64
Carbonates. Réactions ... 168
— Dosage ... 325
Carbonate de baryum. Densité ... 63
Carbonate de calcium Densité ... 63
Carbonate de plomb. Densité ... 63
Carbonate de potassium. Densité ... 63
— Densité des solutions ... 82
— Solubilité ... 278
— Essai ... 323
— Analyse ... 324
— Table de conversion ... 323
— Point d'ébullition de la solution saturée ... 97
Carbonate de potassium (Bi-). Solubilité ... 278
Carbonate de sodium. Densité ... 63
— Densité des solutions ... 81
Carbonate de sodium. Solubilité ... 278
— (Essai du) ... 324
— (Essai du) brut ... 321
— Table de conversion ... 326
— Dosage dans les salins de potasse ... 327
— Point d'ébullition de la solution saturée ... 97
Carbonate de sodium (Bi-). Solubilité ... 231
Carbone. Densité ... 62
Carrés des nombres ... 16
Carthame. Réactions ... 450
Cendres (Composition des) de végétaux ... 407
Cercles de diamètre *n* ... 16
Chaleur spécifique des solides ... 99
— des éléments ... 2
— des liquides ... 102
— des gaz ... 104
Chaleurs de formation et de combustion des composés organiques ... 128
Voyez *Thermochimie*.
Charbon de bois. Densité ... 62
— **de sapin.** Dilatation ... 25
Chaux. Densité ... 62
— (Densité des laits de) ... 80
— (Réaction des sels de) ... 153
— (Dosage des sels de) dans les eaux ... 283
— Classification ... 339
— (Solubilité de la) dans les solutions sucrées ... 344
— Dosage dans le sol ... 393
— — dans le sulfate de chaux ... 397
— Dosage dans les argiles ... 398
— — dans les verres ... 335
Chlorates Réactions ... 153
Chlorate de baryum. Solubilité ... 278
Chlorate de potassium. Densité ... 63
— Densité des solutions ... 81
— Solubilité ... 278
Chlorate de sodium. Densité des solutions ... 83
— Solubilité ... 278
Chlore. Densité ...
— Réactions des composés ... 153
— Réactions du gaz ... 193
— Dosage dans les mélanges de bromures ... 202
— Solubilité dans l'eau ... 277
— Dosage volumétrique dans les décolorants ... 328

Chlore. Densité dans le vin...... 422
Chloroforme. Dilatation......... 21
Tension de vapeur........ 36
Chlorures. Réactions........... 153
— Dosage dans l'eau....... 284
— — volumétrique...... 319
— (Essai des) par le procédé Weldon................ 333
Chlorure d'aluminium. Densité des solutions........... 86
Chlorure d'ammonium. Densité: 63
— Densité des solutions....... 81
— Point d'ébullition de la solution saturée............ 97
— Solubilité 278
Chlorure d'amyle. Dilatation.... 27
Chlorure antimonieux. Points de fusion et d'ébullition... 96
Chlorure d'argent. Densité...... 63
— Point de fusion......... 96
Chlorure d'arsenic. Point d'ébullition. .... ;......... 96
Chlorure de baryum. Densité.... 63
— Densité des solutions..... 86
— Point d'ébullition de sa solution saturée........ 97
— Solubilité................ 278
— Liqueur titrée............ 322
— — pour les vins...... 413
Chlorure de bore. Densité de vapeur................ 65
— Réactions du gaz 193
Chlorure de cadmium. Densité des solutions. 84
— Solubilité................ 278
Chlorure de calcium. Densité... 63
— Densité des solutions...... 86
— Point d'ébullition de la solution 165
— Solubilité................ 278
Chlorure de carbone (Tétra-). Dilatation..... 97
— Tension de vapeur 36
Chlorure de carbone (Bi-). Dilatation 27
Chlorure de chaux. Essai....... 328
— Conversion des degrés chlorométriques 330
Chlorure de cobalt. Densité des solutions.............. 86
Chlorure de cuivre Densité des solutions. 86
Chlorure de cyanogène. Tension de vapeur.............. 36
— Densité du gaz.......... 65
— Points de fusion et d'ébullit. 96
Chlorure de cyanogène. Réactions du gaz 193
Chlorure d'étain (Proto-). Densité des solutions.......... 86
— Point de fusion.......... 96
Chlorure d'étain. (Bi-). Dilatation 27
— Densité des solutions....... 87
— Point d'ébullition......... 96
Chlorure d'éthyle. Tension de vapeur........ 36
— Densité de vapeur......... 65
Chlorure d'éthylène. Dilatation. 27
— **d'éthylidène**. Dilatation. 27
Chlorure de fer (Sesqui-). Densité des solutions.......... 86
Chlorure d'iode. Points de fusion et d'ébullition.......... 96
Chlorure de lithium. Densité des solutions.............. 84
Chlorure de magnésium. Densité des solutions........... 18
— Solubilité dans l'alcool.... 281
Chlorure de mercure (Bi-). Densité.................. 63
— Points de fusion et d'ébullition... 97
— Solubilité dans l'eau....... 278
— — dans l'alcool.... 281
Chlorure de mercure (Proto-). Densité 63
Chlorure de méthyle Tension de vapeur................ 35
— Densité................. 65
Chlorure de méthyle. Réaction du gaz................. 193
Chlorure de nickel. Densité des solutions 86
Chlorure de phosphore (Oxy-). Point d'ébulli ion....... 96
Chlorure de phosphore (Penta-). Points de fusion et d'ébullition................ 96
Chlorure de phosphore (Tri-). Dilatation................ 28
— Tension de vapeur........ 36
— Point d'ébullition......... 96
— Densité des solutions...... 88
Chlorure de potassium. Densité 63
— Densite des solutions ... 82
— Point d'ébullition de la solution saturée 97
— Solubilité dans l'eau... . 278
— — dans l'alcool... . 281
Chlorure de silicium. Point d'ébullition 96
Chlorure de sodium. Densité ... 63

Chlorure de sodium. Dilatation de la solution saturée... ... 28
— Point d'ébullition. 97
— Densité des solutions...... 82
— Solubilité.............. 292
— — dans les eaux. 318
— Essai 422
— Dans le vin. 430
— Dans la bière 426
Chlorure de soufre. Point d'ébullition. 96
Chlorure de strontium. Densité des solutions 86
— Solubilité dans l'eau 279
— — dans l'alcool. .. . 281
Chlorure de zinc. Densité des solutions. 84
— Points de fusion et d'ébullition 96
Chromates. Réactions........ . 154
Chromate de potassium. Densité. 63
— Densité des solutions .. . 88
— Solubilité 279
Chromate de potassium (Bi-). Densité 63
— Densité des solutions...... 95
— Solubilité. 279
— Liqueur titrée... 315
Chrome. Réactions de ses composés 154
— (**Oxyde de**). Densité 63
— (**Alun de**). Densité 63
Chroromographique (Pâte) 467
Ciments. Analyse 341
Cinchonine. Réactions.......... 168
Circonférences de diamètre *n*. 16
Cire. Densité 64
Citrates. Réactions. 168
Cobalt. Réactions de ses composés. 154
— Dosage électrolytique... . 299
Cobalt (Oxyde de). Densité..... 64
Cochenille. Réactions 450
— Recherche dans le vin..403, 424
— (Teinture de)........... 466
Coke. Densité................. 64
— Essai................... 342
Colles diverses. Recettes....... 463
Combustibles. Essai............ 342
Corrections de température pour les colonnes de mercure. 30
Couleurs végétales............. 450
— minérales............... 452
— dans le vin........ 415
— dans la bière........... 432
Coulomb 18
Cryoscopie.................. 98
Cubes des nombres.......... 16
Cuivre. Réactions.............. 155
— Dilatation................ 25
— Densité.................. 62
— Point de fusion........... 96
— Densité de l'oxyde........ 62
— Essai.................... 298
— Dosage dans les pyrites... 297
— — dans les bières..... 433
Voyez *Laiton*, *Alliages*.
Curcuma. Réactions............ 451
— (Papier de)........... .. 465
Cyanogène. Dilatation.......... 28
— Tension de vapeur......... 35
— Densité.................. 65
— Réactions du gaz......... 193
Cyanures Réactions............ 168

D

Densités. Détermination de la densité des solides.... 37
— — des liquides.. 38
— — des vapeurs.. 10
— — des gaz..... 41
— des solutions.. .... 54, 56
— des substances inorganiques 62
— de diverses substances.. . 64
— des gaz................ 65
— de l'eau................ 61
— des minéraux .... 220 à 237
— des corps organiques. 238 à 262
Dextrine. Dosage dans la bière.. 428
— Densité des solutions...... 428
— Recherche dans le vin..... 421
— — dans le vinaigre 426
— — dans les cidres . 427
— — dans les sucres. 385
Dilatation linéaire des solides ... 25
— cubique du mercure.... .. 26
— — du verre.......26, 43
— des liquides............ 27
— des gaz........... 28
— du cristal et du laiton (multiples)........... 29
— Valeurs de $1 + \alpha t$........ 43
— Valeurs de $\log \alpha$ 48
Dureté des minéraux.......... 220
Dyne....................... 17

E

Eau. Densité 61
— Chaleur spécifique 99
— Tension de vapeur 33
— (Transformation des colonnes d') en colonnes de mercure 47
— (Volume de l') à diverses températures 61
— (Capacité des vases de verre jaugés à l') 42
— Densité de la vapeur d'eau. 65
— Densité de l'eau de mer. . 62
— Points de fusion et d'ébullition de l'eau de mer... 96
— Essai et analyse de l'eau potable. 283
— (Examen bactériologique de l') 294
Eau de Javel. Densité et dilution 72
Ébullioscopie 98
Ebullition (Point d') des corps minéraux. 95
— — des solutions saturées 97
— — des corps organiques .. 238 à 267
— — (Correction des).. 23
Échantillons (Prise d') des eaux. 284
— — des minerais. . 295
— — des produits chimiques.. 313
Éclairant (Détermination du pouvoir) 344
Électrolyse. (Dosages par)... .. 301
Emétique. Densité des solutions 82
— Solubilité 279
Encres. Recettes diverses 463
Engrais Composition 389
— Valeur.... 398
— Analyse. 389, 394, 401
Équivalents des corps simples... 1
Erg 17
Essences végétales. Densité, indice de réfraction, pouvoir rotatoire ... 147^{11}, 147^{15}
— **minérales.** — Voyez *Pétroles.*
Essence de térébenthine. Dilatation 28
— Tension de vapeur. 36
— (Propriétés de l') et de ses dérivés. 274
Essence de térébenthine. Indice de réfraction........... 132
— Pouvoir rotatoire 136
— Dérivés. 274
Etain Dilatation 25
— Densité 62
— Point de fusion. 96
— (Réaction des sels d'). . 155
— (Alliages d') et de plomb... 307
— (Alliages d'). . .. 308
Éthane (hydrure d'éthyle). Densité.. 67
— Solubilité. .... 147^{17}
— Caractères eudiométriques. 194
Éther acétique Dilatation. ... 28
Ether benzoïque. Dilatation.... 28
Ether carbonique. Dilatation.... 28
Éther oxalique Dilatation. .. 28
Éther sulfurique (oxyde d'éthyle). Dilatation. 28
— Tension de vapeur 36
— (Densité des mélanges d'alcool et d') 69
— (Caractères eudiométriques de la vapeur d'). 194
Éthylène. Densité.......... 65
— Solubilité............... 147^{17}
— Caractères eudiométriques. 194
Eudiométrie 55, 194
Excréments. Composition.. .. 390
Extrait. Dosage dans le vin à l'œnobaromètre 412
— — dans le vin par pesée . .. 415
— — dans le vinaigre 425
— — dans la bière... 427
— — dans le lait . 437
— Relation entre l'extrait et la densité du lait 441

F

Faïences 338
Farad 18
Farine de froment. Densité... . 64
Fer (Réaction des sels de)....... 151
— Dilatation............... 25
— Densité.................. [illegible]
— Point de fusion........... 96
— Essais................... 296
Fer (Oxyde de). Densité. 62
Ferricyanure. Réactions......... 169

Ferricyanure de potassium. Densité des solutions 84
Ferrocyanures. Réactions....... 169
Ferrocyanure de potassium. Densité des solutions........ 88
— Densité 63
Fibres textiles. Caractères..... 434
— Conditionnement.......... 435
Fluorures. Réactions............ 157
Fluorure de bore. Densité. 65
— Réactions analytiques ... 193
Fluorure de calcium. Dilatation. 25
Fluorure de silicium. Densité.. 65
— Réactions analytiques.... 193
Fluorure de sodium. Densité des solutions............... 91
Fontes de fer. Dilatation....... 25
— Densité................... 62
— Point de fusion........... 96
Formes cristallines des minéraux 220
Formiates Réactions........... 169
Fourrages. Analyse............. 401
— Composition......... 406
Fuchsine. (Papier réactif à la)... 466
Fusion (Point de) des composés minéraux........ 95
— — organiques...... 245
Fustet. Réactions. 451

G

Gallique (Acide). Réactions..... 169
Garance. Réactions............. 450
Gaude. Réactions............... 451
Gaz. Températures critiques.... 34
— Formule pour calculer le volume................. 55
— Réduction des volumes gazeux.................. 55
— Correction de la pression . 56
— — de la température 56
— — de l'humidité... 64
— Densité 65
— Solubilité 185
— Analyse................. 193
— (Détermination du pouvoir éclairant du)........... 435
— Analyse du melange Laming 435
Glace. Dilatation.............. 26
Glu marine 463
Glucose. Dosage à la liqueur de Fehling............ 375
— Dosage dans les urines.... 380
— — polarimétrique. 385
— — dans le vin... 416
— (Recherche du) dans le vin commercial.. 417, 421
— (Vinaigre de)............ 426
— — dans la bière...... 428
Glycérine. Densité des solutions. 439
— Dosage dans les savons... 370
— Recherche dans les bougies 419
— Dosage dans les vins 419
— — dans les bières. 429
Goudron. Composition.......... 434
— Distillation 407
Graisses....................... 372
Granit. Dilatation.............. 26
— Densité 64
Grasse (Matière). Dosage dans les fourrages............ 402
Voyez *Huiles*, *Beurre*, *Suifs*, etc.
Grès Densité.................. 64
Gypse. Dilatation............... 26
— Densité 64
Voyez *Sulfate de calcium.*

H

Houille. Densité....... 64
— Essai................. .. 342
Huiles. Dilatation............... 28
— Essais.................... 358
— Densité.................. 359
— Réactions................ 368
— Caractères............ ... 369
Huiles minérales. Densité et point d'inflammation.... 346
— Point d'ébullition.......... 347
— Essai.................... 347
— de graissage........... .. 348
Hydrogène. Liquéfaction........ 35
— Dilatation. 28
— Densité 59
— Solubilité .. .. 147[17]
— Caractères eudiométriques. 194
Hydrogène arsénié. Densité.... 65
Hydrogène phosphoré. Densité.. 65
— — Réactions. 195
Hydrotimétrie 233
— (Calcul des données de l').. 103

Hydrures de méthyle, d'éthyle. — Voyez *Méthane*, *Ethane*, etc.
Hypochlorites. Réactions....... 153
Hyposulfite de sodium. Densité des solutions........... 86
— Solubilité................ 279
— Liqueur titrée.......... 315

I

Indices de réfraction, 139, 147^2, 147^4.................. 147^5
Indigo. Réactions............... 450
Intensités lumineuses d'un corps noir................... 23
— (Solution d'), réactif..... 464
Inverses des nombres......... 16
Iodate de potassium. Solubilité. 279
— (Papier reactif à l')....... 466
Iodate de sodium. Solubilité.... 279
Iode. Densité.................. 62
— Densité de vapeur......... 65
— Points de fusion et d'ébullition.................... 96
— Réactions des composés.... 157
— Liqueur titrée............ 316
Iodure d'argent. Densité........ 63
Iodure de baryum. Densité des solutions.............. 83
Iodure de cadmium. Densité des solutions............. 83
— Solubilité.............. 279
Iodure de calcium. Densité des solutions............... 83
— Solubilité.............. 279
Iodure d'éthyle. Dilatation...... 28
— Tension de vapeur........ 36
Iodure de lithium. Densité des solutions............... 84
Iodure de magnésium. Densité des solutions........... 83
Iodure de méthyle. Dilatation... 28
Iodure de plomb. Densité........ 63
Iodure de potassium. Densité... 63
— Densité des solutions....... 84
— Solubilité................ 279
— (Papier réactif à l')...... 466
Iodure de sodium. Densité des solutions............... 84
— Solubilité............ 279
Iodure de strontium. Densité des solutions............... 83
Iodure de zinc. Densité des solutions.................. 83
Iridium. Densité................ 62
Ivoire. Densité................. 64

J

Jaune de chrome. — Voyez *Chromate de plomb*.
Jaune de Naples, de Cassel. Réactions.................. 454
Jayet. Densité............... 64

K

Kaolin. Composition........... 340

L

Lactique (Acide). Réactions..... 169
Lactose. Dosage au Fehling...... 375
— — au polarimètre.. 385
— — dans le lait..... 439
Lait. Composition.............. 435
— Essai au lactodensimètre... 436
— Correction du lactodensimètre................ 437
— Analyse................... 437
— (Dosage du beurre dans le). 437
— (Dosage de la lactose dans le)..................... 438
— Falsifications............. 439
— (Méthode d'analyse du) d'après Adam..... 440
Laiton. Dilatation............... 25
— (Multiples du coefficient de) 29
— (Correction des baromètres gradués sur)............ 30
— Point de fusion........... 96
— Composition.............. 309
Liguline (Papier à la)........... 466
Liqueur magnésienne pour les phosphates........... 390
— **citromagnésienne**...... 396
— **molybdique**........... 393
— **de Nessler**............ 395
— **de Lœwe**............. 441
— **d'Yvon**............... 442

Liqueurs titrées en général..... 313
— acide et alcaline 314
— oxydantes et réductrices... 315
— pour l'hydrotimétrie 284
— pour l'ammoniaque des eaux. 285
— pour la matière organique des eaux.... .. ... 284, 293
— pour les nitrites..... 285
— pour le fer..... 296
— pour le cuivre........... 298
— pour le zinc...... 299
— pour les essais d'argent... 304
— pour les nitrates. 318
— pour les chlorures........ 321
— pour les sulfures... .. 316, 322
— pour les sulfates.......... 320
— pour les potasses et soudes. 323
— pour les hypochlorites ... 328
— de Fehling... 375
— pour les phosphates....... 396
— pour la potasse.. 314
— pour les sulfates du vin.... 416
— acétimétrique de Réveil.... 425
— pour les tannins 433
— de Poggiale pour la lactose. 438
— (Indicateurs pour les)...... 466
Lithium. Densité 62
— Point de fusion 96
— (Réactions des sels de).. 157
Logarithmes (Table des) depuis 1 jusqu'à 1000.......... 10
Lunette pyrométrique......... 22
Luts.. 463

M

Magnésie. Dosage dans les eaux. 284
— — dans les verres. 335
— — dans les argiles. 340
— — dans le sol.. . 393
Magnésium. Densité... 62
— Point de fusion 96
— (Réactions des sels de).... 158
Malates. Réactions 169
Manganates. Réactions 159
Manganèse.(Densité des oxydes de) 62
— (Réactions des composés de) 158
— (Essai du bioxyde de)...... 333
— Dosage dans les verres ... 336
Marbre. Dilatation... 25
— Densité 64
Marne...................... 391
Mastics divers........ 464
Matières organiques. Analyse par combustion.... 200
— Dosage dans l'eau ... 284
Mélange Laming. Dosage du soufre 344
Mélanges réfrigérants......... 94
Mercure. Dilatation..... 26
— Tension de vapeur 32
— Densité.. 62
— Densité de vapeur 65
— (Capacité des vases de verre jaugés au) 42
— Points de fusion et d'ébullition 95
— (Réactions des sels de) 159
— Essais des minerais 301
— (Densité de l'oxyde de). . 63
Mesures. Conversion des mesures anciennes et étrangères.... 6
Méthane. Densité.... 65
— Réactions 194
Solubilité ..... . 147[17]
Méthyle. — Voyez *Oxyde*, *Iodure de méthyle*, etc.
Miel. Densité.. 64
Minerais. Prise d'échantillon. .. 295
Voyez à chacun des métaux.
Minéraux. Caractères et propriétés. 220
— (Formation des composés). 110
Minium. Densité.. 62
— Réactions 452
Molybdène. (Réaction des composés de) 160
Morphine. Réactions 170

N

Naphtaline. Dilatation.......... 26
— Tension de vapeur....... 34
Nickel. Densité 62
— (Réactions des sels de) ... 160
— (Dosage du) par électrolyse. 302
Nicotine. Réactions............ 170
Nitrates. Réactions 151
— Dosage 318, 399
— — dans l'eau 289
Nitrate d'ammonium. Point d'ébullition de la solution saturée 76
— Densité des solutions.. . . 85

Nitrate d'argent. Densité 63
— Densité des solutions 87
— Point de fusion 96
— Solubilité 279
— (Liqueur titrée de). . 316, 324
— (Essai des bains de) 445
— Equivalence photographique. 443
Nitrate de baryum. Densité..... 63
— Densité des solutions. . .. 88
— Solubilité.. 279
Nitrate de cadmium. Densité des solutions.. 85
Nitrate de calcium. Densité des solutions.. 85
— Point d'ébullition de la solution saturée 97
Nitrate de cobalt. Densité des solutions. 85
Nitrate de cuivre. Densité des solutions.. 85
Nitrate de fer (Sesqui-). Densité des solutions . . . 85
Nitrate de magnésium. Densité des solutions. . . 88
Nitrate de plomb. Densité des solutions. 88
— Solubilite 279
Nitrate de potassium. Densité . 64
— Densité des solutions. 81
— Solubilité 279
— — dans l'acide nitrique 282
— Essai 317
— Point d'ébullition de la solution saturée 97
Nitrate de sodium. Densité 63
— Densité des solutions 84
— Solubilité.. . . . 279
— Solubilité dans l'acide nitrique................. 282
— Essai 317
Nitrate de strontium. Densité . 64
— Densité des solutions...... 88
— Solubilité . . . 279
Nitrate de zinc. Densité des solutions 85
Nitrites. Reactions 151
— Dosage.. 318
— Dosage dans l'eau. 286
Nitrobenzine. Dilatation 28
Nitroprussiate de sodium (Papier au). 466
Noix de galle. Richesse en tannin. 421
— (Papier à la) 466

O

Ohm.......................... 18
Oléates. Réactions 173
Or. Dilatation................ 25
— Densité................ 61
— Point de fusion 96
— (Réactions des sels d')..... 160
— Essais 306
— (Équivalence photographique des sels d')...... . 443
— (Alliages légaux et monnaies d') 312
Orangé de méthylaniline. Réactif 466
Orseille. Recherche dans le vin. 416, 424
— Réactions. 450
Os. Densité des os de bœuf 64
Outremer. Réactions. 453
Oxalates. Réactions.. 170
Oxalate d'ammonium. Densité. . 62
Oxalate de potassium. Densité des solutions 88
Oxalate de potassium (Bi-). Densité 82
— Solubilité............... 279
Oxychlorure de carbone. Densité. 65
Oxyde de carbone. Dilatation.... 28
— Densité 65
— Solubilité.. 108
— Caractères eudiométriques. 194
Oxyde de méthyle. Tension de vapeur................. 35
— Réactions............... 193
Oxygène. Liquéfaction.......... 35
— Densité................. 65
— Solubilité................ 147[17]
— Réactions............... 193
— Dosage dans l'eau......... 292

P

Palladium. Chaleur spécifique.... 99
Palmitates. Réactions 171
Papiers. Essai............... ... 434
Papiers réactifs à l'iodure de potassium............ 452
— au sulfure de zinc......... 299
— au carbonate de plomb..... 299
Paroxybenzoates. Réactions .. 171

Pectiques (Matières). Dosage dans les fourrages........... 403
Permanganate de potassium. Liqueur titrée....... 284, 296
Pesées. Reduction au vide...... 37
Pétroles. Essai................. 347
Phénacétoline. Réactif......... 467
Phénates Réactions 171
Phénol. Dilatation 28
— (Phtaléine du). Réactif... 466
Phosphates. Réactions 29
— Recherche pyrognostique.. 184
— — dans l'eau...... 290
— Essai..................... 395
— Dosage dans les vins...... 416
— — dans les bières.... 430
Phosphate d'ammonium. Densité. 63
Phosphate de calcium. Densité. 63
— (Composition du) naturel . 390
Phosphate de sodium. Densité.. 64
— Densité des solutions...... 90
— Point d'ébullition de la solution saturée........... 97
— Solubilité................ 279
Phosphate de sodium (Tri-). Densité des solutions..... 90
Phosphate de sodium (Pyro-). Solubilite............. 239
Phosphore. Densité 62
— Points de fusion et d'ébullition 97
— (Réactions des composés de) 161
Photographie. Équivalence des sels 443
— Calcul des temps de pose. 444
— Traitement des résidus d'argent 448
Phtalates. Réactions........... 171
Picrates. Reactions............. 171
Pierre à bâtir. Densité.......... 64
Pierre ponce. Densité. 64
— (Bouchons en). 464
Platine. Dilatation............. 25
— Densité 62
— (Réactions des composés de) 162
— Chaleur spécifique........ 98
Plâtrage des vins 413
— Déplâtrage 422
Plâtre. — Voyez *Sulfate de calcium*, *Gypse*.
Plomb. Dilatation.......... 25
— Densité 62
— Points de fusion et d'ébullition 97
— (Réactions des sels de). ... 162
— (Essai des minerais de) .. 300
Plomb (Oxydes de). Densité ... 62
Poids. Conversion des poids anciens et étrangers........... 6
Poids atomiques adoptés généralement. 144
— Nouvelles déterminations.. 144
— Table de Mendéléeff....... 147
Poids du litre des gaz........... 65
— de l'air humide........... 64
— des liquides 51
Poids moléculaires des composés minéraux.. 203
— des composés organiques.. 241
Poix-résine. Densité 64
Porcelaine. Densité........... 63
— Composition........... 336
Porphyre. Densité. 64
Potasse. Densité 62
— — des solutions . 79
— Dosage dans le sol 393
— — dans les engrais. 397
— — dans le sulfocarbonate 401
— volumétrique........... 397
Voyez *Carbonate de potassium.*
Potassium. Densité 62
— Points de fusion et d'ébullition 97
— (Réactions des sels de).. . 163
Poteries. Classification.. 336
— Grès cérames........... 337
— Faïences. 338
— Poteries vernissées........ 338
— (Essai des) — 341
— (Argiles employées à faire les)............... 339
Poudres. Densité 64
— Composition.............. 43
— Données diverses...... . 43
Poudrette. Composition....... . 388
Pouvoirs rotatoires. Formules 147[7]
— des corps solides ..... . 147[8]
— des corps dissous, pour D. 147[9]
— anciens. 147[15]
Propriétés des corps inorganiques.................. 203
— des minéraux 220
— des composés de la série grasse................ 241
— des dérivés de l'essence de térébenthine..... 256
— des corps de la série aromatique. 257
— des sels organiques. ... 262
— des amines et des amides .. 266

Propriétés des corps inorganiques alcaloïdes 268
— des sels des alcaloïdes .. . 269
— des sucres. 270
— des dérivés biologiques.... 271
Pyridine. Réactions............ 171
Pyrites. Essai. 296
— (Gaz des fours à). 317
Pyrites grillées (Essai des).. . . 297

Q

Quercitron. Réactions......... 450
Quinine. Réactions............ 172

R

Racines carrées des nombres... 13
— **cubiques** — ... 13
Réactif de Millon. 464
Réfraction (Indices de)..... 139, 141
— atomiques............... 143
Réfractomètre Ch. Féry........ 147^2
— Pulfrich 144
Résines. Détermination qualtative 349
Rocou. Réactions 451
Ruthénium. Densité 62

S

Salicylates. Réactions 172
Salpêtre. — Voyez *Nitrate de potassium*.
Savon. Essai 352
— Composition. 354
Schiste. Densité 64
— (Huile de). — Voyez *Huiles minérales*.
Sélénium. Densité 62
Sel marin. — Voyez *Chlorure de sodium*.
Sels dissous (Formation des).... 125
— solides (Formation des).... 120
Sels des acides organiques,..... . 275
Silice. Densité. 62
Silicium. Densité 62
— (Réactions des composés du) 163
Sirops. (Preuve des) 373
— (Richesse en sucre des).... 374
Sodium. Densité. 62
— Point de fusion. 96
— (Réactions des sels de).... 163
Soie. — Voyez *Fibres textiles*.
Sols. — Voyez *Terres*.
Solubilités de divers composés 275^{10}
Voyez *Propriétés des corps*.
Soude. Densité 64
— Densité des solutions . .. 79
Voyez *Carbonate de soude*.
Soudures.................... 465
Soufre. Tension de vapeur.. 34
— Densité 62
— Points de fusion et d'ébullition 97
— (Réaction des composés du) 163
— Solubilité dans divers dissolvants... 276
— Densité des solutions de soufre dans le sulfure de carbone 316
— Analyse du soufre brut .. 316
— Dosage dans les sulfures solubles.... 312, 316
— — dans les pyrites. .. 296
— — dans les combustibles . 343
— — dans le mélange Laming . .. 344
Spectres en longueurs d'onde... 185
— d'absorption............. 457
Stéarates. Réactions... 172
Strontiane. Solubilité 279
— (Réactions des sels de) ... 164
Strychnine. Réactions........... 172
Succinates. (Réactions des) 172
Sucre Propriétés. 275
— Solubilité du sucre dans l'eau et dans l'alcool. . 279
— Densité des solutions.. 92, 373
— Solubilité de la chaux dans les solutions de sucre .. 373
— Dosage du sucre 375
— Méthode pondérale de Soxhlet 379
— Table de Clerget 380
— Table de Frèze......... 383
— Analyse optique 384
— — officielle.. 386
— Dosage dans le fourrage.. . 402
— Analyse des betteraves à sucre 381, 403
— Composition des betteraves à sucre et des cannes à sucre 404
— Dosage dans les vins 416
— — dans les bières ... 428
— — dans le lait....... 438
— Dosage dans l'urine. 380

Suifs. Densité 64
— Essai 355
— Tableau de Chevreul 357
— — de Dalican....... 356
Sulfates Réactions 164
— Dosage dans les eaux..... 284
— — volumétrique 322
— — dans les vins..... .. 416
Sulfate d'aluminium. Solubilité . 279
Sulfate d'ammonium Densité des solutions.......... 84
— Solubilité 280
Sulfate d'ammonium. Essai 399
Sulfate de baryum. Réactions .. 151
— Densité 63
— Solubilité dans l'acide sulfurique 280
— Calcul en sulfate de sodium 321
— — de potassium 416
Sulfate de calcium Densité..... 63
— Solubilite 280
— Solubilité dans l'acide sulfurique 280
— Analyse 392
— Réactions 452
Sulfate de cobalt. Solubilité.... 280
Sulfate de cuivre. Densité 63
— Solubilité 280
— Densité des solutions. . . 90
Sulfate de fer (Per-). Densité des solutions........ .. 89
Sulfate de fer (Proto-) Densité.. 63
— Densité des solutions. . . 89
— Solubilité 280
Sulfate ammoniacal. Densité des solutions 89
— Liqueur titrée........ 312
Sulfate de magnésium. Densité 63
— Densité des solutions. 89
— Solubilité 280
Sulfate de manganèse. Densité des solutions 84
Sulfate de nickel Solubilité . 208
Sulfate de plomb. Solubilité dans l'acide sulfurique . . 271
Sulfate de potassium. Densité 65
— Densité des solutions ..,. 81
— Solubilité 280
Sulfate de sodium. Densité 65
— Densité des solutions....... 91
— Solubilité 282
— Essai. 320
Sulfate de strontium Solubilité dans l'acide sulfurique . 280
— dans les solutions salines . 282
Sulfate de zinc. Densité 65
Sulfate. Densité des solutions . . 89
— Solubilité 280
Sulfites Réactions. 164
— **de sodium**. Solubilité 280
Sulfocarbonates. Réactions. . . 172
Sulfocarbonate de potassium. Densité des solutions....... 85
— Essai 401
Sulfocyanates. Réactions . . 172
Sulfocyanate d'ammonium. Densité des solutions. .. 88
Sulfocyanate de potassium (Papier au)... 466
Sulfures. Réactions. 163
— Dosage... . ...316, 322
— — dans l eau......... 292
Sulfure d'argent. Densité....... 63
Sulfure de carbone. Densité.... 64
— Dilatation................ 28
— Tension de vapeur......... 36
— Point d'ébullition......... 97
— (Réactions des vapeurs de). 193
Sulfure de cuivre. Densité 63
Sulfure d'étain. Densité 63
Sulfure de fer. Densité......... 63
Voyez *Pyrite*.
Sulfure de mercure............ 63
Voyez *Cinabre*.
Sulfure de plomb. Densité...... 63
— Essai de la galène......... 300
Sulfure de sodium. Liqueur titrée................. 299
Superphosphates. Essai. 301
Système C G S............. . . 17

T

Tannin. Densité des solutions.... 81
— Dosage................. 433
— — dans les vins...... 419
— Réactions............... 173
Tartrates. Réactions........... 173
Tartrate d'antimoine et potassium. — Voyez *Emétique*.
Tartrate de potassium. Densité des solutions.......... 85
— Dosage dans le vin 406
— dans le vinaigre. 411
Tartrate de potassium (Bi-) (tartre). Solubilité .. 280
Tartrate de potassium et de sodium (sel de Seignette). Densité des solutions... 85
Tartrate de sodium. Densité des solutions 85

Tartre dans le vin............. 418
Teintures pour titrages alcalimétriques. 466
Températures (Évaluation des) élevées 476
Températures critiques.. . . 34
Tensions de vapeur du mercure 32
— de l'eau 33
— des gaz liquéfiés.. 33
— de quelques liquides . . 36
Térébenthine (Essence de). Dérivés........................ 274
Terres. Analyse. 391
— Densité de la terre arable.. 64
Voyez *Calcaire* et *Marne*.
Thallium. Densité 62
— Réactions des sels 165
Thermochimie. Usage des tables. 105
— Chaleur de formation des composés minéraux. . . 110
— — des composés organiques.. 128, 138
— — des sels 118 à 127
— Chaleurs de dissolution ... 108
— — de fusion 109
— — de transformation isomérique 108
— — de volatilisation 107
Thermomètres à air. Comparaison avec le thermomètre à mercure............ 21
— **Réaumur**. Conversion en degrés centigrades .. 20
— **Fahrenheit**. Conversion en degrés centigrades. ... 19
Tissus. Analyse des tissus mixtes. 435
Voy *Fibres textiles*.
Toluidine. Réactions........... 173
Tournesol (Papier de) 465
— (Teinture de)........... 466
Tripoli. Densité. 64
Troène. Papier au troène ou à la liguline 466
Tungstène. Densite 62
— (Réactions des composés de) 165

U

Uranium (Réactions des sels d'). 166
Urée. Dosage 442
— Réactions............ 173
Urinaires (Examen des sédiments et calculs)............. 54
Urine. Analyse. 54
Urine. Essai.................. 441
Urique (Acide). Réactions....... 30

V

Vanadium (Réactions des composés de)........... 166
Vapeur (Tension de) du mercure. 32
— — de l'eau..... 33
— — des gaz..... 35
— — de quelques liquides.. 36
— (Densités de).. 38
Vernis....................... 352
— Recettes 464
Verre. Dilatation linéaire....... 25
— — cubique....... 26
— Multiples du coefficient. 29, 43
— (Capacité des vases de).... 42
— Composition............ . 333
— Coloration 334
— Analyse.................. 335
— Densité................. 63
Vin. Analyse sommaire 412
— Analyse complète......... 415
— Falsifications.......... ... 420
— Etude de la matière colorante................. 423
Vinaigres..................... 425
Violet de méthylaniline. Réactif.................... 466
Violle......... 344
Volatilité des sels.... 178
Volt.... 90
Volumes des gaz réduits à 760... 54
— réduits à 0° 56
— **de l'eau**.... 59
Voluménomètre. Emploi 38

W

Watt.......... 17

Z

Zinc. Dilatation................ 25
— Densité.................. 62
— Points de fusion et d'ébullition...... 97
— (Réactions des sels de).... 166
— Essais.................. 299
— Dosage par électrolyse..... 302

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I. — *Documents physiques et mathématiques.*

			Pages
Section	**I.**	**Conversion des mesures**	**6**
—	**II.**	**Thermométrie**	**19**
—	**III.**	**Dilatation**	**25**
—	**IV.**	**Barométrie**	**28**
—	**V.**	**Tensions de vapeur**	**32**
—	**VI.**	**Détermination des densités**	**37**
—	**VII.**	**Aréométrie**	**50**
—	**VIII.**	**Eudiométrie**	**55**
—	**IX.**	**Densités des solides, liquides et gaz**	**61**
—	**X.**	**Densités des solutions**	**66**
—	**XI.**	**Chaleur**	**94**
—	**XII.**	**Lumière**	**139**
—	**XIII.**	**Solubilité des gaz**	**147[17]**

CHAPITRE II. — *Documents relatifs à la chimie pure.*

Section	**I.**	**Analyse par la voie humide**	**148**
—	**II.**	**Analyse par la voie sèche**	**174**
—	**III.**	**Analyse spectrale**	**185**
—	**IV.**	**Analyse des gaz**	**193**
—	**V.**	**Analyse quantitative**	**195**
—	**VI.**	**Propriétés des corps**	**203**
—	**VII.**	**Solubilités**	**275[10]**

CHAPITRE III. — *Renseignements relatifs à la chimie appliquée et à l'industrie.*

Section	**I.**	**Eaux**	**283**
—	**II.**	**Métallurgie, métaux et alliages**	**295**

			Pages
Section III.	**Grosse industrie chimique**		313
—	IV.	**Manganèses, chlorométrie et blanchiment**	328
—	V.	**Verrerie, céramique, porcelaine, poteries, faïences**	333
—	VI.	**Combustibles et éclairage**	342
—	VII.	**Résines**	349
—	VIII.	**Matières grasses**	352
—	IX.	**Sucre et fécule**	373
—	X.	**Agriculture**	388
—	XI.	**Alcools, vins, vinaigres et bières**	408
—	XII.	**Tannins**	433
—	XIII.	**Papiers, fibres textiles**	434
—	XIV.	**Lait**	435
—	XV.	**Urine**	441
—	XVI.	**Photographie**	443
—	XVII.	**Couleurs**	449
—	XVIII.	**Recettes diverses**	463

SUPPLÉMENT. — NOTICES.

1° **G. Salet**, par M. Friedel 469

2° **La détermination du poids moléculaire des corps à l'état liquide et à l'état critique**, par M. Ph.-A. Guye 482

3° **Sur les bases iodosées et les bases organiques iodées ne renfermant pas d'azote**, par M. Charon 496

4° **Le traitement de la diphtérie par le sérum antidiphtérique**, par M. le Dr Daremberg 510

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

30 308. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

AGENDA DU CHIMISTE

1895

RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

ADRESSES UTILES

ANNONCES DIVERSES

ADRESSES UTILES

CLASSÉES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE DE PROFESSIONS

ACIDE SALICYLIQUE SALICYLATES SALOL ACIDE CARBONIQUE LIQUIDE ÉTHERS SULFURIQUE et ACÉTIQUE

Terpine et Terpinol

de la Compagnie générale de Produits antiseptiques

26, *rue Bergère, Paris.*

ALAMBICS

Fel.— Boulay, succ. (V. page 18.)

ARGENT

Duplessy et Hinque, 220, *rue Saint-Martin*, Paris. Plaques et fils de platine, d'or et d'argent. Métaux précieux pour appareils chirurgicaux et électriques. Or fin, argent vierge pour produits chimiques.

AVERTISSEUR DE FUITES

Exupère (L.), 71, *rue Turbigo*, Paris. (Voir page 16.)

BALANCES

Alvergniat. (Voir page 9.)

Collot (A.). (Voir page 14.)

Poulenc Frères. (Voir p. 20.)

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. Balance apériodique à lecture directe des derniers poids, système Curie, brevetés s. g. d. g. (Voir page 22.)

Paul Rousseau et C[e], *rue des Fossés-Saint-Jacques*, 16. (Voir page 23.)

BAROMÈTRES

Alvergniat. (Voir page 9.)

Richard frères, **Jules Richard**, sucesseur, 8, *impasse Fessart*, Paris. (Voir page 21.)

BROYEURS

Bordier (E.), ingénieur, 14, *rue Vineuse*, Paris. Concessionnaire du **Broyeur Vapart**, breveté s. g. d. g., pour la pulvérisation des phosphates, kaolins, minerais, produits chimiques, bois, écorçes, etc. Concasseurs.

CHAUDRONNERIE

Fel.—Boulay, succ. Fabrique de chaudronnerie en tous genres. (Voir page 18.)

CHAUFFAGE

Adnet, 26, *rue Vauquelin*, Paris. (Voir pge 16.)

Fel.—Boulay, succ. Chauffage par l'eau et la vapeur. (Voir p. 18.)

Richard frères, **Jules Richard**, successeur, 8, *impasse Fessart*, Paris. (Voir page 21.)

Wiesnegg. Spécialité de chauffage par le gaz. (Voir page 24.)

CHLORURES OXYDES — NITRATES

Duplessy et Hinque, *rue Saint-Martin*, 220, Paris. Chlorures d'or et de platine, nitrate d'argent, oxydes divers et en général tous sels issus de métaux précieux.

DISTILLERIE (APPAREILS POUR)

Fel.— Boulay, succ. (V. p. 18.)

ÉLECTRICITÉ

Leclanché et Ce (Anc. Mon **Barbier**), seuls fabricants en France et dans les colonies des **Piles Leclanché** à vases poreux, à plaques et à cylindres agglomérés, brevetées s. g. d. g. Médailles à toutes les Exp. Univ. — Nouvelles piles sèches et nouv. sel excitateur pour **piles Leclanché**, brev. s. g. d. g., évitant les cristaux sur les pôles. 158, *rue Cardinet*, Paris.

Delval et Pascalis. (Voir page 15.)

Richard frères, **Jules Richard**, successeur, 8, *impasse Fessart*, Paris. (Voir page 21.)

Société Centrale de Produits chimiques (**ancne Maison Rousseau**), 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 22.)

ENREGISTREURS

Richard frères, Ingénieurs-Constructeurs, **Jules Richard**, successeur, 8, *impasse Fessart*, Paris. Nouveaux Enregistreurs adoptés par tous les gouvernements. Baromètres, thermomètres, hygromètres, anémomètres, pluviomètres, actinomètres, évaporomètres, psychromètres, voltmètres, ampère-mètres, manomètres, ventilateurs, avertisseurs, thermomètres pour la diffusion. Marque de fabrique (RF). **Grand Prix, Paris 1889.** (Voir page 21.)

FORGES

Enfer et ses Fils, Forges. (Voir page 17.)

INSTRUMENTS DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE

Adnet (E.), 26, *rue Vauquelin*, Paris. (Voir page 10.)

Alvergniat. (Voir page 9.)

Billault. (Voir pages 12 et 13.)

Brewer frères. (Voir page 11.)

Delval et Pascalis. (Voir page 15.)

Leune. (Voir page 19.)

Raoul Neveu. — Fabricant de verrerie soufflée et graduée Tubes spéciaux pour la recherche et la culture des bactéries. **Construction d'appareils sur commande.** *Rue des Feuillantines*, 19, à Paris.

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 22.)

Paul Rousseau et Cᵉ. (Voir page 23.)

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Alvergniat. (Voir page 9.)

Brewer frères. (Voir page 11.)

Collot (**A.**). (Voir page 14.)

Delaunay (**A.**), **Darras**, successeur fabricant d'instruments de précision en verre, 57, *rue Saint-Jacques*, Paris. (V. page 15.)

Poulenc Frères. (V. page 20.)

Exupère (L.). (Voir page 16.)

Richard frères, **Jules Richard**, successeur, 8, *impasse Fessart*, Paris. Enregistreurs adoptés par l'Etat. (Voir page 21.)

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 22.)

LABORATOIRES

Adnet, 26, *rue Vauquelin*, Paris. (Voir page 10.)

Alvergniat. (Voir page 9.)

Poulenc Frères. (V. page 20.)

LABORATOIRES (FOURNITURES DE) ET VERRERIE

Alvergniat. (Voir page 9.)

Billault. (Voir pages 12 et 13.)

Brewer Frères. (Voir page 11.)

Delaunay (A.), **Darras**, successeur, 57, *rue Saint-Jacques*, Paris. (Voir page 15.)

Exupère (L.). (Voir page 16.)

Leune. (Voir page 19.)

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 22.)

Paul Rousseau et Cᵉ. (Voir page 23.)

MACHINES

Richard frères, **Jules Richard**, successeur, *impasse Fessart*, 8, Paris. (Voir page 21.)

MÉTÉOROLOGIE

Alvergniat. (Voir page 9.)

MICROGRAPHIE

Alvergniat. (Voir page 9.)

Poulenc Frères. (V. page 20.)

OPTIQUE

DUBOSCQ (Maison Jules).

Ph. Pellin ✻ ✠ ⓘ A, ingénieur des Arts et Manufactures, 21, *rue de l'Odéon*, Paris. Spectroscopes, Saccharimètres, Colorimètres.

OR

Duplessy et Hinque, 220, *rue Saint-Martin*, Paris. Plaques et fils de platine, d'or et d'argent. Métaux précieux pour appareils chirurgicaux et électriques. Or fin, argent vierge pour produits chimiques.

PHOTOGRAPHIE
(ARTICLES DE)

Billault. (Voir pages 12 et 13.)

Poulenc frères. (V. page 20.)

Ancienne Maison Rousseau, Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 22.)

Paul Rousseau et Ce (Voir page 23.)

PILES

Leclanché et Ce (ancienne maison **Barbier**). Piles Leclanché. (Voir *Electricité*.)

PLATINE

Contenau et Godart fils, 7, *rue du Bouloi*, Paris. 7 méd. 1867, 2 méd. 1878. Ⓐ 1889. Fabrique d'appareils de chimie en platine.

Desmoutis (F.), Lemaire et Ce, 56, *rue Montmartre*, Paris. **Grand Prix** Exp. Univ. Paris 1889. Affinage. Platine à tous états. Achat et vente.

Duplessy et Hinque, 220, *rue Saint-Martin*, Paris. Plaques et fils de platine, d'or et d'argent. Métaux précieux pour appareils chirurgicaux et électriques. Or fin, argent vierge pour produits chimiques.

Paul Rousseau et Ce. (Voir page 23.)

Wachonrue (A.) et A. Créange, *rue Montmartre*, 69, Paris. Platine à tous états. Vente et achat.

POMPES

Dumont. Pompes à force centrifuge. (Voir page 16.)

PRODUITS CHIMIQUES et PHARMACEUTIQUES et DROGUERIE

Billault. (Voir pages 12 et 13.)

Delval et Pascalis, 5, *rue Chapon*, Paris. (Voir page 15)

Poulenc frères. (Voir page 20.)

Société Centrale de Produits chimiques (ancne **Maison Rousseau**), 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 22.)

Paul Rousseau et Ce. (Voir page 23.)

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Moniteur scientifique. Voir page 23.)

SOUFFLEURS DE VERRE

Alvergniat. (Voir page 9.)

Raoul Neveu, verrerie soufflée et graduée, *rue des Feuillantines*, 19, Paris.

Ancienne Maison Rousseau. Société Centrale de Produits chimiques, 44 *et* 42, *rue des Ecoles*, Paris. (Voir page 22.)

VENTILATION

Richard frères, **Jules Richard,** successeur, 8, *impasse Fessart*, Paris. (Voir page 21.)

VERRERIE

Collot (A.). (Voir page 14.)

Poulenc Frères. (V. page 20.

APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

VERRERIE, PORCELAINE, TERRE ET GRÈS

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Aréomètres, Densimètres, Burettes, Éprouvettes, Pipettes, Thermomètres

VERRERIE DE BOHÊME — PRODUITS CHIMIQUES

BREWER Frères

76, boulevard Saint-Germain, *Paris.*

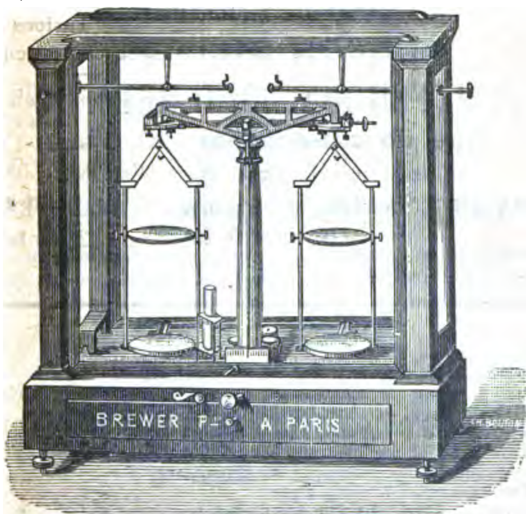
Anciennement rue Saint-André-des-Arts, 43.

SEULS AGENTS POUR LA FRANCE ET LES COLONIES

Pour les* Papiers à filtrer, *véritable* Berzélius *de Suède

marque J.-H. Munktell.

DIPLOME D'HONNEUR, AMSTERDAM, 1883



MÉDAILLE D'OR, PARIS, 1889

Balances de précision de BECKER'S SONS de Rotterdam

SEULS AGENTS POUR LA FRANCE ET LES COLONIES

BREWER Frères, 76, *Boulevard St-Germain, Paris.*

Demander les Catalogues spéciaux : franco par la poste.

DROGUERIES

PRODUITS CHIMIQUES
ET PHARMACEUTIQUES

Membre du Jury, Le Havre 1887. — **8 Diplômes d'Honneur**

Membre du Jury d'installation de l'Exposition, Paris 1889

GRAND PRIX : PARIS 1889

ANCIENNE MAISON FONTAINE ❋

PELLETIER ET ROBIQUET, MEMBRES DE L'INSTITUT

BILLAULT ET BILLAUDOT

MAISON BILLAULT

CHENAL, FERRON, DOUILHET ET CIE, S^RS^

Rue de la Sorbonne, 22, Paris

USINE A BILLANCOURT — USINE A VANVES

TÉLÉPHONE — Adresse télégraphique : PYRIDINE-PARIS

Verreries et Instruments pour Laboratoires de Chimie
Thermomètres pour Étuves, pour la Brasserie, pour la Sucrerie
Thermomètres d'Appartements — Médicaux — Autoclaves
Aéromètres — Alcoomètres

Acétanilide. — **Acide** citrique. — **Acide** lactique. — **Acide** phénique très pur. — **Acide** tartrique en neige. — **Aconitine** pure. — **Anodidine.** — **Analgésine.** — **Antipyrine.** — **Aspidospermine.** — **Atropine** et sels.

Bicabornate de soude saturé. — **Biphosphate** de chaux cristallisé, exempt d'acide sulfurique. — **Bismuth** (Sous-nitrate de) pur. — **Bromure** de potassium pur.

Caféine. — **Camphre** monochloré; succédané de l'iodoforme. — **Calomel** à la vapeur. — **Carbonate** de chaux pur. — **Carbonate** de lithine chimiquement pur. — **Chloral** hydraté, cristallisé, ayant une saveur agréable. — **Chloroforme** pur du chloral pour l'anesthésie. — **Chlorure** de fer (per), à 30°, neutre. — **Chlorhydrate** d'apomorphine. — **Chlorhydrate** de cocaïne très pur. — **Cinchonine** (Sulfate de). — **Citrate** de lithine cristallisé. —

PRODUITS CHIMIQUES ET PHARMACEUTIQUES

de la Maison BILLAULT (Suite)

Codéine très pure. — **Colchicine.** — **Collodion** (médicinal). — **Créosote** de bois de hêtre.

Digitaline. — **Duboisine.**

Esérine et sels. — **Ether** anesthésique. — **Fer** réduit par l'hydrogène.

Glycérine. — **Hyosciamine.** — **Hypnone.**

Iodoforme. — **Iodure** de potassium pur. — **Iodure** de sodium.

Kermès minéral Cluzel.

Magnésie calcinée, légère, sans saveur. — **Méthylal.** — **Morphine** (Chlorhydrate de).

Napelline. — **Naphtaline.** — **Naphtol** pur. — **Narcéine.**

Papaïne (Papayotine). — **Pepsines, Peptones, Peptonates.**

Quinquinas. — **Résorcine.**

Saccharine. — **Saccharine** pure ou mélangée avec du glucose à 2/1000. — **Salicylate** de lithine. — **Salol.** — **Sanguinarine.** — **Solanine.** — **Spartéine** (Sulfate de). — **Sulfate de quinine.**

Thymol. — **Uréthane.**

Produits chimiques pharmaceutiques. — **Produits chimiques pour parfumerie** : Eau oxygénée, Fards, Carmin, Bismuth. — **Papier platiné** pour platinotypie. Nouveau papier se développant à froid. — **Émulsion Chardon** pour photographie, le gramme, **1** fr. **50.** — Plaques et appareils photographiques de toutes marques. — **Produits chimiques** pour la photographie : Oxalate neutre de potasse ; Hydroquinone ; Acide pyrogallique, coton, éther, etc. — **Seringues** hypodermiques, en verre, pour injections. — **Balances** d'analyses, Trébuchets pour pharmacies, Bascules. — **Verrerie** graduée de Bohême. — **Porcelaine** pour chimie, de Saxe, de Berlin, Française; Capsules; Creusets, spatules, etc.

Chlorure de méthyle. — Le traitement par le chlorure de méthyle est un mode de réfrigération locale qui repose sur l'évaporation rapide du Chlorure de méthyle emmagasiné à l'état liquide, dans un appareil en cuivre, dont les prix sont :

1° **Appareil de M. le Professeur Vincent,** capacité, 1 litre, avec pulvérisateur et rempli. Prix : **73** francs.

° **Appareil de poche de M. le Professeur Vincent,** capacité, 300 gr., avec pulvérisateur et rempli. Prix : **50** francs.

3° **Nécessaire de M. le Docteur Bailly,** avec siphon, tampon, thermo-isolateur, stypes. Prix : **54** francs.

4° **Appareil réservoir à chlorure,** capacité, 5 litres, pour remplir les appareils ci-dessus, plein. Prix : **125** francs.

Le Chlorure de méthyle, employé dans *tous les hôpitaux de Paris*, a donné 9 guérisons sur 10.

BALANCES ET POIDS POUR LES SCIENCES

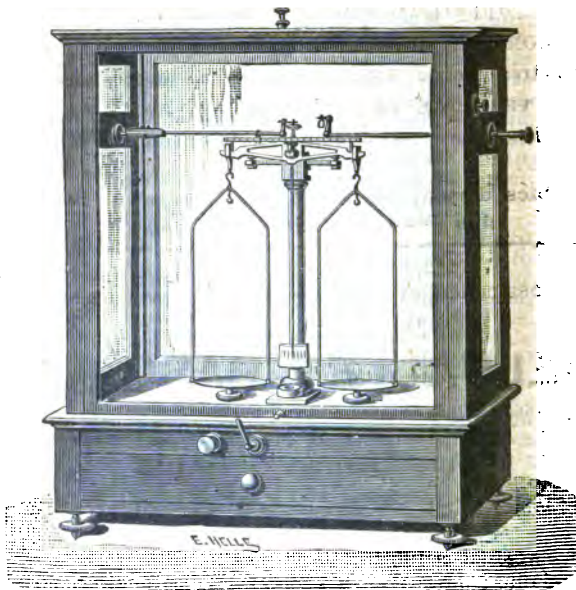
MAISON FONDÉE EN 1848

A. COLLOT

Ingénieur des Arts et Manufactures

Fils et successeur de A. COLLOT, chevalier de la Légion d'honneur

GRAND PRIX, Paris 1889.



DIPLOME D'HONNEUR, Amsterdam 1883.

BALANCES DE PRÉCISION A DEUX COLONNES ET A FLÉAU COURT

Balances à pesées très rapides (brevetées s. g. d. g.)

MAISON DE FABRICATION	MAGASIN
226, boulevard Raspail	**62 *bis*, rue Monsieur-le-Prince**
et 8, boulevard Edgard-Quinet	(angle du boul. St-Michel)

PARIS

(Envoi du Catalogue illustré sur demande.)

ATELIERS DE CONSTRUCTION DE CHAUDRONNERIE

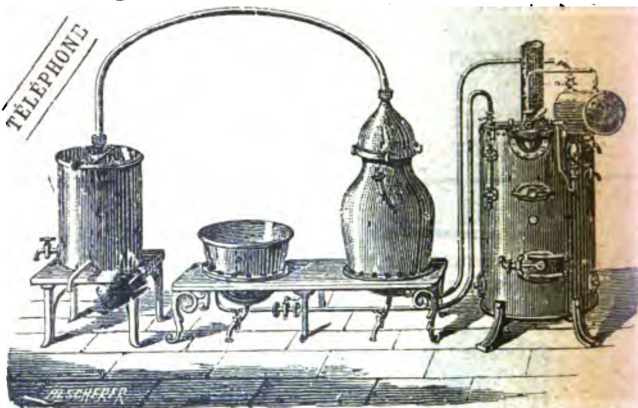
Maison E. FEL

A. BOULAY, Succ[r]

FOURNISSEUR DE LA MARINE

De la Guerre, des Hôpitaux et des Chemins de fer

Passage Saint-Pierre-Amelot, 7, PARIS



INSTALLATION D'UN LABORATOIRE MARCHANT PAR LA VAPEUR

Construction d'**appareils de laboratoire** en tous genres, **alambics**, bassines, filtres, poêlons, etc.

Alambics simples à feu nu. **Appareils à absinthe.**

Appareils pour distiller tous les jus fermentés et pour rectifier les alcools.

Appareils spéciaux pour la carbonisation des bois en vase clos.

Appareils pour sucrerie, raffinerie : évaporateurs, chaudières, etc.

Appareils pour **Pharmaciens, droguistes, produits chimiques,** etc.

Chaudières, barques et serpentins de tous modèles pour toutes les industries.

Appareils pour teinturiers, cylindres d'apprêt, tables à vapeur, etc.

Chauffages par l'eau et par la vapeur. Tuyauterie et robinetterie en tous genres.

Installation de salles de bains.—Baignoires. — Appareils d'hydrothérapie et bains de vapeur. — Chauffages de serres à circulation d'eau.

Sur demande, on enverra les croquis et prix des appareils qui seront spécifiés.

(Voir page 10.)

Ancienne Maison RICHARD Frères

Jules RICHARD, ing^{r}-const^{r}, succ^{r}

8, Impasse Fessart, 8. — PARIS

Grands Prix aux Expositions Universelles

PARIS 1889 ET ANVERS 1894

14 Diplômes d'honneur.

TÉLÉPHONE. — Adresse télégraphique : ENREGISTREUR-PARIS

APPAREILS DE MESURE ET DE CONTROLE

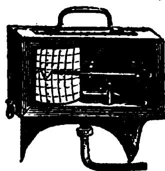
POUR LES SCIENCES ET L'INDUSTRIE

INSTRUMENTS ENREGISTREURS

Brevetés S. G. D. G.

Ces enregistreurs s'appliquent à toutes les branches de la science et de l'industrie. Par la surveillance constante et absolue qu'ils exercent sur toutes les fabrications ou opérations industrielles, ils permettent de réaliser de notables économies et leur prix d'achat est recouvré dans un bref délai.

ANÉMOMÈTRES à main, à cadran et enregistreurs.
MANOMÈTRES enregistreurs pour toute pression.
MANOMÈTRES extra-sensibles, à vide, donnant la fraction de millimètres d'eau, pour le tirage des cheminées d'usines, et à pression pour le gaz d'éclairage.
THERMOMÈTRES enregistreurs et à cadran, à tube filiforme souple et à tube rigide, résistant à la pression des chaudières, et pour la brasserie, la distillerie, sucrerie, étuves, séchoirs, diffuseurs, etc., etc.
AVERTISSEURS électriques.
PYROMÈTRES simples ou enregistreurs indiquant de 0° à 2500° centigrades.
INDICATEURS dynamométriques de **Watt**.
DYNAMOMÈTRES de traction pour appareil de levage pour la marine, le remorquage de navires, etc.



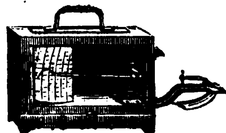
Manomètres à pression ou vide.

CINÉMOMÈTRES ou indicateurs de vitesse de machines à Cadran ou Enregistreurs.

AMPÈREMÈTRES

VOLTMÈTRES

WATTMÈTRES



Thermomètres enregistreurs.

Fournisseurs des grandes Administrations et des principales Compagnies d'éclairage et de transmission de force par l'électricité.

